

أكاديمية نايف العربية للعلوم الأمنية

مركز
الدراسات
والبحوث

# تطبيقات تقنية البصمة الوراثية D.N.A. في التحقيق والطب الشرعي

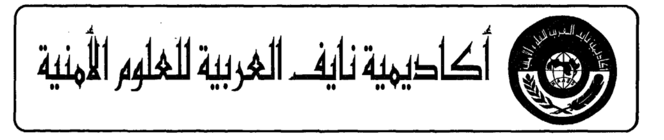

أ.د. إبرهيم صادق الجندي

المقدم. حسين حسن الحصيني



الريـــاض

١٤٢٣هـ ـ ٢٠٠٢م




# تطبيقات تقنية البصمة الوراثية D.N.A. في التحقيق والطب الشرعي

أ.د. إبرهيم صادق الجندي

المقدم. حسين حسن الحصيني

الطبعة الأولى

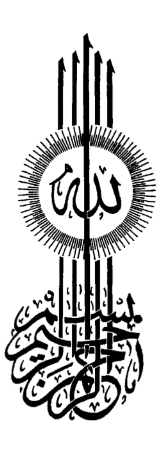
الريـــــاض

١٤٢٣هـ ـ ٢٠٠٢م

المملكة العربية السعودية. ص.ب ٦٨٣٠ الرياض: ١١٤٥٢
هاتف ٢٤٦٣٤٤٤ (-١-٩٦٦) فاكس ٢٤٦٤٧١٣ (-١-٩٦٦)
البريد الإلكتروني: Src@naass.edu.sa

**ISBN 2-80-853-9960**
P.O.Box: 6830 Riyadh 11452 Tel. (966+1) 2463444 KSA
Fax (966 + 1) 2464713 E-mail Src@naass.edu.sa.


*فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر*
الجندي، إبراهيم صادق.
تطبيقات تقنية البصمة الوراثية D.N.A في التحقيق الجنائي/ إبراهيم صادق الجندي،
حسين حسن الحصيني، - الرياض
٢٠٠ ص، ١٧ × ٢٤ سم
ردمك: ٢ - ٨٠ - ٨٥٣ - ٩٩٦٠
١ - الطب الشرعي ٢ - التحقيق الجنائي أ - الحصيني، حسين حسن (مشارك)
ب - العنوان
ديوي ١٩, ٦١٤ ٢٣/١٩٤٠
رقم الايداع: ٢٣/١٩٤٠
ردمك: ٢ - ٨٠ - ٨٥٣ - ٩٩٦٠


الله
بسم الله الرحمن الرحيم

# المحتويـــات

# المقدمـــــة

من فطرة اللّه في خلق الإنسان تمايز البشر واختلاف كل فرد عن الآخر، فوجود الإنسان يمتاز بالتفرد الخاص سواء بصمة الأصابع أو بصمة الأسنان أو بصمة الصوت أو حتى الرائحة، فضلاً عن الاكتشاف الجديد الهام وهو بصمة الحمض النووي DNA أو ما يسمى بالبصمة الوراثية أو البصمة الجينية. وقد استغل العلماء هذا التفرد في الإنسان في مجال الطب الشرعي والتحقيقات الجنائية لتحديد الأشخاص المُشتبه فيهم في جرائم العنف المختلفة. وتعتبر تقنيات الحمض النووي DNA - في الوقت الحاضر - من أدق تقنيات العصر في مجال مكافحة الجريمة باعتبار أنها تُقدم البيّنة الجينية التي تدل على هوية كل إنسان بعينه أو شاهد يقيني على مرتكبي الجرائم. فالحمض النووي DNA يُعتبر حامضاً خلوياً فريداً في كل شخص وبصمة لا تتكرر من شخص إلى شخص إلا في التوائم المتطابقة، محققاً التفرد والتميز لكل إنسان على حدة. فسبحان الله الخالق العظيم القائل في كتابه الكريم: ﴿ وَفِي أَنفُسِكُمْ أَفَلَا تُبْصِرُونَ ﴿٢١﴾ ﴾ (الذاريات).

إن تطبيق المنهج العلمي في التحقيقات الجنائية يُمكننا من الحصول على أدلة مادية مبنية على أسس علمية ثابتة (أدلة فنية أو قرائن) يعتمد عليها المحققون في التعرف على المجرمين وكشف النقاب عن غموض أعقد الجرائم، كما أنها تعطي للقاضي تصوراً للوقائع قد يتفق أو يختلف مع الدليل القولي المستمد من شهادة الشهود أو الاعتراف أو ادعاء المدعي مما يساعده على الحكم الصحيح على الوقائع. لذلك اهتمت كثير من الدول العربية في الآونة الأخيرة بالأساليب العلمية الحديثة والتقنيات المتطورة والاستفادة منها في مجال الطب الشرعي والتحقيقات الجنائية. وقد تعاظم

الاهتمام بتقنيات الحمض النووي DNA وذلك بعد أن فرضت تلك التقنيات نفسها على المحاكم بحكم ما صاحب استخدامها من الحصول على أدلة مادية قادرة على الإثبات والنفي وحل طلاسم أكبر القضايا وأعقدها، كقضايا البنوة وقضايا القتل والاغتصاب والسرقة وغيرها من القضايا المختلفة.

ويُعتبر تطبيق تقنيات الحمض النووي DNA في حل المسائل المدنية والجنائية دراسة في غاية الأهمية، لذا أضحى لزاماً على جميع المختصين في هذا المجال أن تكون لديهم معرفة تامة بتلك التقنيات وتطبيقاتها في جميع المجالات. والذي يتأمل الواقع لا يجد من بين الكتب العلمية الحديثة كتاباً باللغة العربية - على ما نعتقد - يتناول هذا الموضوع، بينما تزخر الساحة بالكتب والمراجع الأجنبية التي تبحث فيه. لذلك تبرز أهمية اختيار موضوع تقنيات الحمض النووي DNA وتطبيقاته في مجال الطب الشرعي والتحقيقات الجنائية لتقديمه إلى أهل الاختصاص في شتى فروع المعرفة خاصة وإلى القراء عامة، حيث أن استيعاب المعلومة العلمية المتخصصة قد يكون أيسر على فهم وإدراك العاملين في مجال التحقيقات الجنائية - المختصين منهم وغير المختصين - إذا كانت مكتوبة بلغته العربية.

نأمل أن يسد هذا الكتاب فراغاً في المكتبة العربية في هذا المجال، وأن يكون حافزاً للآخرين للمبادرة والكتابة في هذا الاختصاص. .

والله ولي التوفيق

المؤلفان

# الفصل الأول
# الأثر البيولوجي والدليل الفني

# الأثر البيولوجي والدليل الفني

لا شك أن الدراسات العلمية الحديثة في مجال مكافحة الجريمة قد أضافت الكثير من النظريات والتقنيات المتطورة ذات الصلة الوثيقة بكشف الجرائم والعملية الإثباتية. فتطبيق العلم في حل المنازعات سواء المدنية منها أو الجنائية - يُقدم لنا يد العون والمساعدة بصورة جوهرية لإعادة تنظيم الأحداث من جديد، ذلك أن العلم يعين المحققين والقضاة في معرفة ماذا حدث ؟ وأين حدث ؟ ومتى حدث ؟ ومن الشخص المُشتبه فيه؟ وعند استخدام العلم بهذا الأسلوب فإن كلمة« شرعي أو قضائي» Forensic تضاف إلى كلمة علم، حينئذ يُطلق عليه العلم الفني الشرعي أو العلم الجنائي Forensic Science. هذا العلم في واقع الأمر يُشارك المحكمة بالمعلومات والأدلة الفنية التي تكشف غموض الجريمة وتُحدد المُشتبه فيه. فاستخدام العلم في المحاكم لا يُقيم الاتهام أو البراءة بالمعني الصحيح لأن ذلك من دائرة اختصاص القاضي.

ويُعتبر الدليل المادي الركيزة الأساسية في عملية الإثبات ووسيلة الوصول إلى الحقيقة وإثبات الحقوق أمام القضاء، وبالتالي تحقيق العدالة التي هي مطلب الجميع وغاية الغايات. ويُمكن استنباط تلك الأدلة من خلال إجراء التحليل الفني الشرعي Forensic Analysis للآثار المادية محل البحث في المنازعة. فالأثر المادي بطبيعته متعلق بظروف المنازعة ومستمد منها، لذلك فهو قد يمدنا بمفاتيح تكشف غموض مجرى الأحداث الخاصة بالموضوع محل النزاع. والمسئول عن تحليل الأثر المادي وتقديمه

للمحكمة كدليل فني أو علمي Scientific Evidence هم خبراء التخصصات الفنية المختلفة، إلا أن رأي المحكمة في هذا الدليل هو الرأي السائد، ولها أن تأخذ به أو ترفضه. معنى ذلك أن الأثر المادي يُقدم لنا الدليل المادي بطريقة غير مباشرة، إذ يحتاج إلى أساليب علمية وخبرة فنية لاستنباط أوجه دلالته، لذلك فهو يُسمى بالدليل الفني أو الدليل العلمي Scientific Evidence.

ويُعتبر الأثر المادي البيولوجي والذي مصدره جسم الإنسان أساس الأدلة المادية والفنية التي تساعد القضاء على تحديد شخصية الجناة. ولعل ذلك هو الذي يُضفي على الأثر البيولوجي في مسرح الجريمة ذلك القدر من الأهمية التي تزداد يوماً بعد يوم خصوصاً مع تزايد الاكتشافات العلمية وتوظيف العديد من التقنيات العلمية الحديثة لتحقيق ذاتية الأثر خاصة الاكتشاف الجديد الهام، أعني تقنية الحمض النووي DNA. وحيث أن الأثر البيولوجي هو المصدر الوحيد للحمض النووي DNA والذي يُمكن استخدامه كدليل فني، لذا فإننا نتناول في هذا الفصل دراسة مفهوم الأثر المادي والدليل الفني ومدى حاجة القضاء إلى هذا الدليل، وكيفية التعامل مع الأثر البيولوجي بصورة صحيحة تساعد على تحليل DNA بدقة. كما سنتناول دراسة العوامل التي تؤثر على تحليل DNA في الأثر البيولوجي، وكيفية تحقيق ذاتية الأثر وإرجاعه إلى مصدره.

## ١ . ١ معنى كلمة الأثر والدليل

يُطلق الأثر لغة على بقية الشيء وجمعه آثار، والأثر اصطلاحاً يعني كل علامة يُمكن أن يُدركها الإنسان بالنظر.

كما أن لفظ الأثر قد يدل على المتابعة في نفس الاتجاه. ويعرف «مختار الصحاح» لفظ الدليل بأنه «ما يستدل به»، كما أنه يطلق على الشخص الذي يقوم بفعل الدلالة والجمع أدلة أو دلالات. وفي المعاجم الإنجليزية كلمة evidence بمعنى «المؤدي إلى الإثبات» وبمعنى «الشهادة»، وأصلها لاتينية evidens، مشتقة من videre بمعنى to see أي يرى (التومي، ١٩٩٦م). والدليل اصطلاحاً هو: «ما يلزم من العلم به علم شيء آخر»، بمعنى أن الدليل هو ما يمكن التوصل به إلى معرفة الحقيقة. ويستخدم لفظ الدليل في الاصطلاح الشرعي بمعنى «البينة»، والبينة شرعاً هي الشهود العدول، والتي تعني بدورها الحجة أو البرهان في الاصطلاح القانوني. ويعرّف القانون الدليل بأنه ما يتحقق به الإثبات (هرجة، ١٩٩٤م). وبصفة عامة فإن مفهوم كلمة الدليل هو كل شيء يفيد في إثبات أو نفي مسألة معينة سواء كان ذلك الشيء قولياً (معنوياً) كشهادة الشهود والإقرار (الاعتراف)، أو كان مادياً كالبصمات وآثار الدماء والمني... إلخ) (الجندي والحصيني، ١٤٢٢هـ). ويلجأ خبراء مكافحة الجريمة إلى التعامل مع الآثار التي يجدونها بمسرح الحادث من خلال فحصها بالطرق العلمية للحصول منها على دليل مادي أو قرائن تؤدي إلى معرفة الجاني.

## ١ . ٢ مفهوم الأثر المادي والدليل المادي

اعتاد البعض ممن يعملون في مجال الجريمة بصفة عامة وفي مجال البحث الجنائي بصفة خاصة أن يُطلقوا لفظ الأثر المادي والدليل المادي Physical Evidence على ما يُعثر عليه من مواد أو أشياء في مسرح الجريمة أو على الأشخاص أطراف الجريمة، والتي تُفيد في تحديد شخصية

الجاني وكشف الحقيقة. وحقيقة الأمر أن الأثر المادي هو مصدر الدليل المادي، فقد يكون الأثر دليلاً بعد الفحص العلمي أو الفني، وقد لا يكون شيئاً له قيمة. كما أن الأثر المـادي قد تكون له دلالة ولكن المتهم يستطيع إثبات مشروعية صلة هذا الأثر به وعدم تعلقه بالجريمة . . . فالبقع الدموية مثلاً أثر مادي، وفحصها بواسطة تقنيات الحمض النووي DNA قد يُقدم لنا دليلاً مادياً تنحصر قيمته في إثبات وجود صاحب الدم في مسرح الجريمة (الجندي والحصيني : ١٤٢٢هـ). وبصمة الأصابع أيضاً أثر مادي ومقارنة البصمات تقدم لنا دليلاً مادياً على ملامسة صاحب البصمة للجسم الذي يحملها، إلا أنها لا تُثبت بالضرورة ارتكاب هذا الشخص للجريمة، لأن المُتهم يُمكنه تبرير وجوده في مكـان الحادث بسبب مشـروع (أبو القاسم : ١٩٩٠م). ولذلك فإن وجود صلة إيجابية بين الأثر المادي والشخص المُشتبه فيه قد يكون دليلاً مادياً على علاقته بالجريمة، وعدم وجود تلك الصلة دليل مادي على عدم علاقته بالجريمة.

ويُعرّف الأثر المادي علمياً بأنه: «كل شيء يُمكن العثور عليه وإدراكه بإحدى الحواس أو بواسطة الأجهزة العلمية أو المحاليل الكيميائية، إما في مسرح الجريمة أو على الجاني أو المجنى عليه أو بحوزتهما، سواء كان جسماً ذا حجم مثل الشعر أو الأدوات أو المقذوفات، أو مجرد لون مثل البقع الدموية والمنوية، أو شكلاً كبصمات الأصابع والأسنان، أو رائحة كرائحة الكيروسين» (الجندي: ٢٠٠٠م). وفحص هذا الأثر علمياً وفنياً يُعطي دلالة معينة مُحددة بقدرها ولا يُمكن تجاوزها، وهي النتيجة التي تُقدم للقاضي وتمثل عنصراً من العناصر التي يتكون منها اقتناعه.

أما الدليل المادي فيُعرّف من الناحية العلمية بأنه: «حالة قانونية تنشأ

من استنباط أمر مجهول من نتيجة فحص علمي أو فني لأثر مادي تخلف عن جريمة، وله من الخواص ما يسمح بتحقيق هويته أو ذاتيته» (أبو القاسم : ١٩٩٠م ). بمعنى أن الدليل المادي هو ما يُستفاد من الأثر المادي ويتحقق به الإثبات، أو هو قيمة الأثر المادي التي تنشأ بعد ضبطه وفحصه فنياً وعلمياً. وعلى ذلك فإن أي أثر مادي يُمكن أن يكون دليلاً مادياً بعد الفحص، أما قبل الفحص فلا يُمكن أن نطلق عليه لفظ دليل مادي أو حتى قرينة (الجندي والحصيني : ١٤٢٢هـ).

## ١ . ٣ الدليل الفني

### ١ . ٣ . ١ مفهوم الدليل الفني

الدليل الفني هو ذلك الدليل الذي ينبعث من رأي الخبير ـ من خلال علم أو مهارة أو دراية أو نتاج صنعة أو حرفة وخبرة في آن واحد ـ حول دلالة في وقائع معينة لا تُمكن القاضي من الفصل فيها (فوده، ١٩٩٦م، التومي : ١٩٩٦م). فمثلاً لا يستطيع القاضي أثناء الفصل في القضايا أن يفصل بعلمه إذا كان موضوع النزاع متعلقاً بصحة أو حياة الإنسان، أو كان الأمر متعلقاً بأمور فنية ليست مفهومة بالضرورة من قبل الهيئة القضائية المختصة بالفصل في هذا النوع من القضايا (مجموعة من أساتذة الطب الشرعي، ١٩٩٣م ). فالقاضي لا يستطيع أن يقف على ماهية إصابات المجني عليه وعلاقتها بالوفاة والأداة المستخدمة، وموقف الجاني من المجنى عليه، ولا يستطيع عمل مقارنة للبصمات أو فحص للآثار المتعلقة بالواقعة. لذلك فهو يستعين برأي الخبير الفني في مجال تلك الأمور كالطبيب الشرعي أو خبير البصمات أو فنيي المختبرات الجنائية مثل خبراء فحص العوامل

الوراثية ... وهكذا. وما يُقدم هنا هو الخبرة، وهي إبداء رأي فني من شخص مختص علميا أو فنياً في شأن واقعة ذات أهمية في الدعوى القائمة (المعايطة والمقذلي، ٢٠٠٠م).

وقد ورد ذكر الدليل الفني بالمعنى المعاصر والمعروف لنا اليوم - على أوضح صورة - في القرآن الكريم في سورة يوسف عليه السلام في موضعين. الموضع الأول في قوله تعالى: ﴿وَجَاءُوا عَلَىٰ قَمِيصِهِ بِدَمٍ كَذِبٍ قَالَ بَلْ سَوَّلَتْ لَكُمْ أَنفُسُكُمْ أَمْرًا فَصَبْرٌ جَمِيلٌ وَاللَّهُ الْمُسْتَعَانُ عَلَىٰ مَا تَصِفُونَ ﴿١٨﴾﴾ (سورة يوسف).

في هذه الآية الكريمة يتضح لنا محاولة أخوة يوسف عليه السلام افتعال دليل فني، فقد نزعوا قميص يوسف عليه السلام وألقوا أخاهم في غيابة الجب، ثم ذبحوا جدياً ولطخوا القميص بدمه في محاولة منهم لإيهام أبيهم بأن الذئب قد أكل يوسف عليه السلام. ولكن يُناقض هذا الدليل الفني دليل فني آخر وهو سلامة القميص من التخريق والتنييب المفترض حدوثه حال صدقهم، وهذا ما حدث عندما شاهد يعقوب عليه السلام القميص صحيحاً فلم يقبل عقله ذلك وعلم بكذبهم، وقال لهم ساخراً متى كان هذا الذئب حكيماً يأكل يوسف ولا يخرق القميص. وفي هذا يقول القرطبي « لما أرادوا أن يجعلوا الدم علامة على صدقهم، قرن الله بهذه العلامة علامة تعارضها وهي سلامة القميص من التنييب، إذ لا يُمكن افتراس الذئب يوسف وهو لابس القميص ويسلم القميص من التخريق والتنييب، فلو كان أخوة يوسف خرقوا القميص مع تلطيخه بالدم لكان الإيهام أقوى» . لأنه لم يكن معروفاً في زمانهم تحليل البقع الدموية ومعرفة ما إذا كانت تنتمي لإنسان أم حيوان، ولأي شخص تعود هذه البقعة.

وهذا ما يتم في الوقت الحاضر بواسطة خبراء المعامل الجنائية الذين يُمكنهم تقديم الدليل الفني القاطع حول نوعية البقع ومصدرها.

والموضع الثاني في قوله تعالى: ﴿ قَالَ هِيَ رَاوَدَتْنِي عَن نَّفْسِي وَشَهِدَ شَاهِدٌ مِّنْ أَهْلِهَا إِن كَانَ قَمِيصُهُ قُدَّ مِن قُبُلٍ فَصَدَقَتْ وَهُوَ مِنَ الْكَاذِبِينَ ﴿٢٦﴾ وَإِن كَانَ قَمِيصُهُ قُدَّ مِن دُبُرٍ فَكَذَبَتْ وَهُوَ مِنَ الصَّادِقِينَ ﴿٢٧﴾ ﴾ (سورة يوسف).

في هذه الآية ادعاء خطير من امرأة العزيز على يوسف عليه السلام بأنه حاول الاعتداء عليها لا يملك على نفيه دليلاً، وفيها أيضاً شاهد يشهد بالرغم من عدم معاينته للواقعة، إذ أن يوسف وامرأة العزيز كانا وحدهما حين غلقت الأبواب. فهذا الشاهد ليس شاهد عيان وإنما شاهد خبرة ـ بتعريفنا المعاصر ـ يُعاين ويضع التصور المنطقي والعلمي ويُدلي بالرأي الفني الذي يُثبت به براءة يوسف عليه السلام من هذا الادعاء. فقد بنى شاهد الخبرة رأيه على فحص الملابس وتقدير موضع كل من يوسف وامرأة العزيز بالنسبة للآخر، فوجد أن قميص يوسف قُدَّ من دبر «من الخلف» وليس من قُبل «من الأمام». وبذلك لم ينطبق هذا الدليل الفني مع ادعاء امرأة العزيز، فظهر كذب الادعاء وبطلانه (التومي: ١٩٩٦م). هكذا يُعلمنا القرآن الكريم مفهوم الدليل الفني وأهمية الأخذ بالأدلة الفنية في الحكم والقضاء. فالدليل الفني يُعطي للقاضي تصوراً للوقائع قد يتفق أو يختلف مع الدليل القولي المستمد من شهادة شهود الرؤية أو الاعتراف أو ادعاء المُدعي، مما يُساعده على الحكم الصحيح على الوقائع.

## ١ . ٣ . ٢ الحاجة إلى الدليل الفني

كل تنظيم قضائي لا بد وأن يقتضي وجود نظام للإثبات، والإثبات هو تأكيد حق متنازع فيه عن طريق إقامة الحجة أو البرهان أو الدليل الذي

أباحه النظام أو القانون. والإثبات في الشريعة الإسلامية هو إقامة الدليل على صحة أمر. وهذه الأدلة تعرف باسم البينات أو الحجج أو طرق القضاء (الفائز، ١٤٠٣هـ). وفي هذا السياق يجب أن نفرق بين الأمور التي هي أوامر شرعية بنص من كتاب الله تعالى أو سنة نبيه ﷺ، فهذه أمور لا مجال للنقاش فيها أبداً، وبين المسائل المستحدثة في حياة المسلمين والأمور التي اختلف فيها الفقهاء بسبب غياب دليل نصي شرعي من كتاب الله أو السنة النبوية الشريفة يُمكنهم من الحكم على تلك الأمور. في مثل تلك الأمور يُمكن اللجوء إلى العلم ليُقدم لنا الدليل الفني الذي يزيل الخلاف بين الفقهاء. لذلك أقر علماء المسلمين فتح باب الاجتهاد - وهذا من عظمة الإسلام - للاستفادة من العلوم الحديثة والتقنيات المتطورة وإصدار القرارات الفقهية اللازمة لمثل هذه المسائل والقضايا وفق التصورات العلمية المقدمة من خبراء التخصصات الفنية المختلفة واسترشاداً بنصوص الشريعة الإسلامية ودلالاتها.

والمبدأ العام للإثبات يتلخص في أن «البينة على من ادعي»، أي أن من يدعي أمراً فعليه إثباته من خلال تقديم البينة أو الأدلة (التومي: ١٩٩٦م). وقد نبهنا الرسول ﷺ إلى أهمية اللجوء إلى الأدلة في الحكم على الأمور، فعن ابن عباس رضي الله عنهما أن رسول الله ﷺ قال: «لو يعطى الناس بدعواهم لادعى رجال أموال قوم ودماءهم، لكن البينة على المدعي واليمين على من أنكر» (رواه البيهقي وغيره). والطرق التي ذهب إليها الفقهاء في بيان طرق القضاء الشرعية التي تُثبت بها الدعوى هي: البينة أي الشهادة، والإقرار، واليمين والنكول عنه، والقسامة، والقرينة القاطعة (الفائز، ١٤٠٣هـ).

ويرى جمهور الفقهاء أنه ليس للقاضي أن يقضي بعلمه (انظر: نيل الأوطار ج ٨/ ٣٢٤ وما بعدها)، وقال أبو بكر الصديق رضي الله عنه «لو رأيت رجلاً على حد لم أحده حتى تقوم البيّنة عندي» (سابق، ١٩٩٠م). وحيث أن موضع المنازعة إما أن يكون أمراً مدنياً (كالتنازع في النسب) أو يكون أمراً جنائياً (كجرائم القتل والاعتداءات الجنسية والسرقة)، فإنه في الأمور المدنية يكون النزاع مقصوراً على أطراف الخصومة طالما بقي موضوع النزاع حقاً مشروعاً لأي من أطرافه ويقع عبء الإثبات على عاتق المدعي وذلك بتقديمه الأدلة التي تُثبت ادعائه. أما في الأمور الجنائية فتدخل الدولة طرفاً في النزاع باعتبارها صاحبة حق فيه، وذلك لإخلال الجاني بالأمن والنظام، وعليه فإن عبء الإثبات يقع على عاتق الدولة لأن لها حقاً عاماً عليها عبء إثباته بخلاف حق المجنى عليه أو ذويه والذي قد يتمثل في حق الدية أو التعويض وما شابهما (التومي، ١٩٩٦م: ٣٥٩).

ويعتبر النظام أو القانون عمل الخبير عنصراً من عناصر الإثبات، وذلك عن طريق إبداء رأيه في المسائل الفنية التي يصعب على المحكمة ـ بحكم تكوين أعضائها ـ الوصول إليها والأخذ به كدليل فني. وتحتاج المحكمة إلى الأدلة الفنية كقرائن مادية ملموسة لتعزز وتؤكد الأدلة القولية أو تنفيها، فهي بمثابة شاهد صامت لا يعتريه التبديل أو التغيير بينما الشهادة أو الاعتراف تتأثر بالمؤثرات الخارجية وتخضع للعوامل النفسية ويعتريها التبديل والتغيير. لذلك قد لا يعتمد عليها القاضي اعتماداً كلياً حالة عدم مطابقتها للواقعة (المهدي: ١٩٩٣م، الجندي والحصيني: ١٤٢١هـ: ١٩). لذلك فإن الأدلة الفنية هي قرائن أو أدلة إقناعية، حيث أن وجودها يُقنع القاضي بارتكاب المُتهم للجريمة أو بمزاعم الخصم أو دفاعه، فيقضي بها، من خلال

تقديره لهذه الخبرة الفنية المقدمة من الشخص المختص فنياً في شأن واقعة ذات أهمية في الدعوى القائمة.

كما أن الأدلة الفنية بجميع أنواعها المختلفة تُشكل صوراً من صور الشهادة التي يستعين بها القضاء في دعم أو دحض مزاعم الخصوم وإقامة الحجة أو البينة وصولاً لإثبات حق أو دفع ظلم، وبالتالي لإقرار العدل وتحقيق الأمن والأمان. لذلك فإن خبراء التخصصات الفنية المختلفة الذين يقدمون هذا النوع من الأدلة هم في واقع الأمر شهود من نوع خاص يُستعان بخبراتهم العلمية والفنية في تكوين ما يُسمى بالشهادة العلمية أو الشهادة الفنية أو شهادة الخبرة. فكل من الطبيب الشرعي وخبير البصمات يُعتبر شاهداً فنياً محايداً أمام الهيئة القضائية التي قامت باستدعائه لاستيضاح النقاط الفنية التي لا تشملها معارف القاضي والوقائع المادية التي يشق عليه الوصول إليها، دون المسائل القانونية التي يُفترض في القاضي العلم بها (التومي، ١٩٩٦م: ٣٥٨). وكذلك فإن خبير تقنيات الحمض النووي DNA يُمكن اعتباره أيضاً شاهداً فنياً.

مما سبق تتضح أهمية الدليل الفني كقرينة تفيد في الإثبات أو النفي. وإذا بحثنا في بطون الفقه الإسلامي وجدنا أن كثيراً من الأحكام تعتمد على القرائن، وذلك عند مختلف المذاهب. فالقرينة هي دليل يقوم على استنباط أمر مجهول من أمر معلوم. وتنقسم إلى قسمين بناءً على قوة الصلة أو الرابطة بين الأمر الظاهر وما يدل عليه، هما: القرائن غير القاطعة، والقرائن القاطعة وهذا التقسيم هو الذي أخذ به جمهور الفقهاء. ويُعرف الفقهاء القرينة القاطعة بأنها الأمارة البالغة حد اليقين، أو الأمارة الواضحة التي تُصير الأمر في حيز المقطوع به. أما القرينة غير القاطعة فهي التي تنزل

دلالتها إلى مجرد الاحتمال، فلا يصح الاعتماد عليها وحدها في ترتيب الحكم عليها، بل لا بد من اجتماعها مع قرائن أخرى لتكسب الحجية (الفائز: ١٤٠٣هـ). وقد اعتبر مجلس المجمع الفقهي الإسلامي أن نتائج البصمة الوراثية تكاد تكون قطعية في إثبات نسبة الأولاد إلى الوالدين أو نفيهم عنهما، وفي إسناد العينة (من الدم أو المني أو اللعاب) التي توجد في مسرح الحادث إلى صاحبها (انظر الملحق).

## ١ . ٤ الآثار المادية البيولوجية:

### ١ . ٤ . ١ مصادر الأثر المادي البيولوجي:

في جرائم الاعتداءات على النفس تكون العناصر الأساسية للجريمة مكونة من: الجاني، والمجنى عليه، والمكان الذي تتم فيه واقعة الاعتداء أو الجريمة (مسرح الحادث). وتحكم العلاقة بين هذه العناصر قاعدة تُعرف باسم قاعدة لوكارد أو نظرية تبادل المواد، والتي تُعتبر الأساس العلمي للبحث عن الآثار المادية في مسرح الحادث. وقد وضع العالم «لوكارد» هذه النظرية العلمية في عام ١٩٢٨م والتي تنص على أن «أي جسم يُلامس أو يحتك بجسم آخر لا بد أن يترك كل منهما جزءاً من مادته أو أثره أو شكله على الآخر». وتختلف كمية وحجم هذه الجزيئات المُتبادلة حسب طبيعة كل جسم من حيث درجة الليونة أو الصلابة أو السيولة. ولما كان هذا التلامس لا بد وأن يحدث بين الجاني ومسرح الحادث أو المجنى عليه أثناء ارتكاب الجريمة، لذلك أمكن الاستفادة من هذه النظرية في مجال الجريمة عن طريق البحث عن الآثار المادية التي يتركها الجاني في مكان الحادث ثم رفعها وفحصها بالمختبرات الجنائية لإيجاد الصلة بينها وبين الجاني (المهدي:

١٩٩٣م ) وبتطبيق هذه القاعدة نجد أن المصدر الرئيس للأثر البيولوجي هو الجاني أو المجنى عليه ، وبذلك يكون الهدف من جمع هذا الأثر هو الحصول على أدلة تُفيد بوجود علاقة بين عناصر الجريمة . فالجاني يترك آثاره على كل من المجنى عليه ومسرح الجريمة ، والمجنى عليه يترك آثاره على الجاني وفي مسرح الجريمة ، وأخيراً ما يتركه المسرح ذاته من آثار على كل من الجاني والمجنى عليه .

ولما كان الجاني كائناً حياً تقوم أعضاء جسمه بوظائف فسيولوجية متعددة ، لهذا فإنه يترك عادة آثاراً هامة تتعلق به أثناء ارتكابه للجريمة . هذه الآثار التي تتخلف عن الجاني باعتباره كائناً حياً تُسمى الآثار البيولوجية وتشمل : البقع الدموية والمنوية ، واللعاب ، والشعر ، والجلد . . . الخ . وتتضمن هذه الآثار الكثير من المعلومات التي تُوضح صفات هذا الكائن الحي التي تتدرج في دلالاتها حتى تصل إلى القمة بتحقيق شخصية الفرد وذاتيته عن طريق تحديد بصمة الحمض النووي DNA الموجود بهذه الآثار ، فالأثر البيولوجي هو المصدر الأساسي للحمض النووي DNA .

## ١ . ٤ . ٢ العوامل المؤثرة على DNA في الأثر البيولوجي

يوجد الأثر البيولوجي بما يحتويه من جزيئات داخل الجسم البشري في ظروف خاصة جداً تكون مضبوطة بعناية فائقة . ووجود المادة البيولوجية خارج الجسم يعني أنها في وسط غريب غير مناسب ، لذلك تبدأ حدوث تغيرات في المادة البيولوجية . وبناءاً على ذلك قد يتعرض الأثر البيولوجي المتخلف في مسرح الحادث إلى عدة عوامل وظروف غير مناسبة تؤدي إلى تغيير جوهري في الأثر أو تلفه بصورة يصعب معها الربط بين الأثر

ومصدره. ومن العوامل التي لها تأثير على الأثر البيولوجي وبالتالي على قابلية الحمض النووي DNA للتحلل ما يلي:

## ١ ـ العوامل البيئية

أن الجرائم قد تحدث أحياناً في الأماكن المكشوفة، لذا فإن الأثر البيولوجي يكون عرضة للتلف وبالتالي تحلل وتفكك DNA إلى أجزاء صغيرة. ومن العوامل التي تؤدي إلى ذلك الحرارة، والرطوبة، والضوء (ضوء الشمس والأشعة فوق البنفسجية)، ومرور الوقت. وغالباً ما تكون هذه العوامل مجتمعة في الوسط الموجود فيه الأثر البيولوجي (Mc Nally et al:1989). لذلك يجب الانتقال السريع إلى مكان الحادث وجمع الأثر وحفظه بأسرع ما يُمكن لتجنب تلف الأثر وتفكك DNA. فالحمض النووي DNA موجود في جسم الإنسان داخل النواة في كروموسومات الخلية ممتداً على طول الكروموسوم بالكامل. أما خارج جسم الإنسان ـ الوسط الطبيعي الذي يحميه من التفكك ـ فتكون جزيئات DNA الطويلة والرقيقة ضعيفة وعرضة للزوال السريع بالتفكك إلى أجزاء صغيرة، وهذا التفكك ربما يكون له أثر على إمكانية الحصول على نتائج مفيدة أثناء فحص DNA خاصة بواسطة تقنية حصر الأجزاء متعددة الأشكال (RFLP).

وكلما كان تحلل الأثر شديداً كلما كانت أجزاء DNA المتفككة صغيرة جداً، وبالتالي فإن متوسط حجمها يُصبح أقل من حجم الجزء المطلوب للفحص في الموقع الخاص بتقنية RFLP. ففي هذه التقنية قد تصل أحجام أجزاء DNA عند موقع معين ـ والذي يُعبر عنه أيضاً بالوزن الجزيئي ـ إلى عشرين ألف زوج قاعدي (20000 Base Pairs or BP). فإذا كان

متوسط حجم الأزواج القاعدية في جزء DNA في عينة ما عرضة للظروف التي تساعدها على التحلل هو ١٠٠٠٠ زوج قاعدي، فإن تحليل DNA بتقنية RFLP يكون غير مجد، إذ لا يُمكن الكشف عن أي خطوط في الصور الشعاعية (Inman & Rudin:1997).

هذا من ناحية، ومن ناحية أخرى فإن هذه العوامل البيئية - عوامل التحلل والتفكك - لا تغير من طبيعة الحمض النووي DNA ولا تحوله من نوع إلى نوع آخر، ذلك أن نوع جين HLADQ لن يتغير مثلاً من النوع (1.1) إلى (1.2)، وأن حجم جزء DNA في أي موقع لتقنية RFLP لن يتغير مثلاً من ٧٠٠٠ إلى ٤٠٠٠ زوج قاعدي. وبالأحرى فإن عوامل التحلل والتفكك تُغير الأثر البيولوجي من عينة يُمكن تصنيف الحمض النووي DNA منها إلى عينة لا يُمكن أن تُعطي أي حمض على الإطلاق (Shipp et al: 1993). وهذه نقطة هامة تتعلق بمصداقية أي تقنية لتصنيف العوامل الوراثية، لأن معنى ذلك أن المادة الوراثية لن تُعطي نتائج إيجابية كاذبة.

وبعبارة أخرى، فإنه ليس هناك أي خطورة في أن تلك العوامل سوف تُنتج نمطاً كاملاً من الحمض النووي DNA يُمكن أن يشمل شخصاً آخر غير الذي أعطى العينة، لأن أي نمط من الحمض النووي DNA لا يُمكن أن يتحول إلى نمط آخر. وبهذا يُمكن القول بأن الحمض النووي DNA نظام ثابت وقوي يقاوم عوامل التفكك والتحلل، إلا أنها قد تحد فقط من استخدام تقنية RFLP ولكنها لا تؤثر في صحة نتائج تقنية نسخ الجينات (PCR). هذا بالإضافة إلى أن الحمض النووي DNA أكثر ثباتاً من العوامل الوراثية التقليدية المُستخدمة في مجال الطب الشرعي والتحقيقات الجنائية

مثل فصائل الدم والإنزيمات والبروتينات . . . الخ. فمعظم هذه المواد الوراثية تتحلل في الظروف العادية بطريقة لا يُمكن كشفها في خلال٢ ـ ٣ شهور، أما الحمض النووي DNA فيظل ثابتاً ويُمكن تصنيفه بعد مرور سنين طويلة. وهذه حقيقة خاصة بالنسبة لتقنية PCR التي يُمكن أن تُعالج العينات المتحللة والعينات الأثرية القديمة وفي نفس الوقت تعطي نتائج صحيحة (Hanodt et al: 1996).

## ٢ ـ تلوث الأثر البيولوجي

من الأمور الهامة التي يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار تلوث الأثر، حيث إن ذلك يؤثر في تحليل الحمض النووي DNA بطريقة تختلف حسب نوعية التلوث.

ويوجد أنواع مختلفة من التلوث منها:

- التلوث غير البيولوجي للأثر، أو التلوث بالمواد الكيماوية مثل الأصباغ، والصابون، والكيماويات الأخرى. هذا التلوث يتدخل في جميع مراحل الفحص المخبري، فيعطي نتائج غير حاسمة أو قد لا يُعطي أي نوع من الحمض النووي (DNA) (Inman & Rudin 1997).
- التلوث البيولوجي غير الآدمي للأثر مثل التلوث بالمواد الفسيولوجية أو بأحماض DNA من الكائنات الحية الأخرى. هذا التلوث لا يتدخل في تفسير النتيجة النهائية.

أما التلوث بالكائنات الحية الدقيقة لا بد وأن يُؤخذ في الاعتبار، لأن الأثر البيولوجي في مسرح الجريمة مثل الدم والمني يكون وسطاً خصباً لنمو البكتريا والفطريات. وعندما تنمو تلك الكائنات الدقيقة فإنها تُفرز

كيماويات تُحلل الحمض النووي DNA الآدمي، بل وقد يختفي نوعه ببساطة (الحنيطي: ١٩٩٩م). لذلك فإن الحمض النووي DNA المتحلل جزئياً لا بد وأن تُفسر نتائجه بدقة بواسطة مُختص ذي خبرة جيدة وإلا فمن الأفضل عدم تفسير النتائج منعاً للخطأ.

- التلوث البيولوجي الآدمي للأثر، وهو أكثر أنواع التلوث تأثيراً على الفحص المخبري ويتم بإضافة مادة فسيولوجية آدمية أو حمض نووي DNA من شخص ما أثناء أو بعد جمع الأثر بطريقة غير متعمدة نتيجة الإهمال. وفي هذا السياق يجب أن نفرق بين العينة الملوثة contaminated Sample والعينة المختلطة Mixed Sample، فالعينة المختلطة هي التي تحتوي على †NAمن أكثر من شخص، ويحدث ذلك قبل أو أثناء ارتكاب الجريمة مثل الآثار المنوية المختلطة مع الإفرازات المهبلية في جرائم الاغتصاب. أما العينة الملوثة فهي التي أُضيفت إليها المادة الوراثية أثناء جمع أو حفظ أو تداول ونقل العينة أو أثناء عملية الفحص المخبري.

والحقيقة أنه ليس من السهل تلوث الأثر بمادة وراثية آدمية غريبة، وهذا على عكس ما يعتقده البعض. فجزيئات الحمض النووي DNA لا تسبح حولنا في الهواء بطريقة عشوائية، كما أن الخلايا التي قد تنتشر أو تقذف من الشخص تكون نسبياً قليلة العدد وعادة لا تحتوي على DNA ذي الأهمية بحيث يؤثر في تفسير النتيجة (Inman & Rudin: 1997). وليس معنى هذا عدم أخذ الاحتياطات اللازمة لمنع تلوث الأثر، إذ يجب معاملة الأثر بعناية فائقة كما هو مُتبع عادة. كما أنه إذا حدث تلوث فإن نوع الاختبار سوف يُحدد ذلك، فمثلاً تقنية PCR حساسة جداً عن تقنية

RFLP لأن DNA يُنسخ فيها ملايين المرات مما يجعلها قادرة على كشف أي أنواع أخرى من الحمض النووي DNA حتى ولو كانت ضئيلة جداً ومهما كان مصدرها.

**٣ ـ التعامل مع الأثر البيولوجي بطريقة غير صحيحة**

مثل جمع الأثر وحفظه بطريقة تؤدي إلى إتلافه، وخير مثال على ذلك هو عدم ترك الأثر البيولوجي كالدم والمني ليجف قبل حفظه فيتحلل. كما أن تداول العينة بإهمال أو بطريقة لا توقف العمليات البيولوجية الطبيعية يؤدي إلى تحلل الأثر، وبالتالي تفكك جزئ DNA.

## ١ . ٤ . ٣ التعامل مع الأثر البيولوجي

يجب أن يبدأ التعامل مع الأثر البيولوجي بمجرد وصول أول رجل أمن إلى مسرح الحادث، فيقوم بالمحافظة على المكان بشكل عام ليضمن بذلك سلامة الأثر. ويُمكن حصر القواعد الفنية للتعامل مع الأثر البيولوجي في العناصر التالية: المحافظة على الأثر، وصف الأثر، جمع الأثر، تحريز الأثر، حفظ الأثر ونقله، وأخيراً تقييم الأثر وفحصه مخبرياً، مع مراعاة أنه لا يجب فحص أي بند للأثر إلا بعد نقله إلى المختبر. إن طريقة جمع الأثر وحفظه تلعب دوراً هاماً في تحديد نجاح الفحص المخبري للحمض النووي DNA، فالإهمال أثناء جمع وحفظ الأثر يؤدي إلى تلفه وتحلله وبالتالي تفكك جزئ DNA إلى أجزاء صغيرة قد تُعرض إمكانيات المعمل لإجراء هذا الاختبار للشبهة. ولذلك فإن الهدف العام أثناء جمع وحفظ الأثر البيولوجي هو وقف عمليات التحلل البيولوجية الطبيعية التي حدثت مُسبقاً للأثر لوجوده خارج وسطه المناسب أي بمسرح الحادث، وكذلك الحد من تحلل الأثر مستقبلاً. وعموماً يُمكن وقف تلك العمليات عن طريق

إزالة الرطوبة وخفض درجة الحرارة، لذلك فإن هدف خبير مسرح الحادث والأدلة الجنائية هو تجفيف العينة وتبريدها أو تجميدها بأسرع ما يُمكن بعد عملية الجمع.

## ١ ـ جمع الأثر البيولوجي

اختيار الطريقة المناسبة لجمع الأثر البيولوجي ـ المتخلف عن الجريمة في مسرح الحادث ـ من أجل فحص DNA، يعتمد على نـوع الأثر (دم أو مني أو لعاب أو شعر . . . الخ)، وظروفه (حديث أو قديم، سائل أو جاف، السطح الموجود عليه)، بالإضافة إلى خبرة القائم بعملية الجمع سواء كان ضابط مسرح حادث أو كيميائي فني شرعي أو خبير أدلة جنائية. فمثلاً من أجل الحصول على عينة من الأثر كالبقع الدموية أو المنوية قابلة للفحص المخبري، توجد طريقتان أساسيتان لجمع تلك العينة هما: رفع الشيء الموجود عليه البقعة مباشرة، أو إزالة البقعة على مادة مناسبة سهلة التداول، ولكل طريقة استخدامها.

وتستعمل الطريقة الأولى وهي رفع الشيء الملتصق به الأثر عندما يكون هناك خطورة من فقد الأثر أثناء التعامل معه، وهي طريقة مناسبة لأشياء معينة يُمكن نقلها مثل الملابس والورق والأدوات أو أي شيء يُمكن حفظه بالكامل في الصناديق أو الأظرف. وببساطة يتم رفع الشيء كما هو ويجفف في الهواء عند درجة حرارة الغرفة ويُحرز بطريقة مناسبة ويُنقل إلى المعمل لحفظه سليماً لحين الفحص المخبري. ويُترك رفع العينة من على هذا الشيء لخبير فحص العوامل الوراثية حيث أنه في موقع أفضل من حيث معالجة العينة وتقييمها.

أما الطريقة الثانية وهي إزالة البقعة من على الشيئ إلى مادة أفضل، فتتم عن طريق كشط البقعة إذا كانت جافة بواسطة سكين حاد نظيفة أو مشرط معقم وتجمع على ورقة ملساء نظيفة ثم توضع في أنبوبة عينات وتحرز، أو بتبليل قطعة نظيفة من الشاش أو قماش القطن بالماء المقطر أو محلول الملح الفسيولوجي وتبسط على البقعة سواء كانت جافة أو رطبة فترة من الوقت حتى يتم ذوبان البقعة وامتصاصها على قطعة الشاش، ثم تترك لتجف في الهواء وتحرز. وهذه الطريقة مناسبة في حالة البقع الجافة أو الرطبة الموجودة على أسطح ملساء ناعمة كزجاج السيارات، أو معادن، أو حوائط أو الإسفلت أو المفروشات المنزلية كبيرة الحجم.

وكل طريقة لها مميزات وعيوب، فعملية الكشط لا يتم فيها التبليل بالماء وبالتالي لا يحدث ترطيب للعينة. لذلك فمن مميزاتها أنها لا تساعد على تحلل العينة، إلا أن هناك خطراً من فقد العينة بطريقة عرضية أثناء عملية الكشط أو الفشل في إزالة كل البقعة، حيث أن البقعة يُمكن أن تطير في الهواء بمجرد لمسها بالمشرط. أما طريقة تبليل العينة ونقعها في مادة قماشية فمن مميزاتها أنها تقلل من خطر فقد العينة، وتجعل التعامل معها في المعمل سهلاً. وعلى كل حال فهذه الطريقة ترطب العينة، ولو ظلت العينة رطبة لمدة طويلة فإن عمليات التحلل يُمكن أن تحدث وتتلف العينة. لذلك يجب إزالة الرطوبة بأسرع ما يُمكن بواسطة التجفيف، ويتم ذلك عادة بوضع المادة القماشية بعد امتصاصها للبقعة في وعاء كأنبوبة اختبار مفتوحة حتى تسمح للقماش أن يجف بسرعة.

ويتم أيضاً رفع البقع الدموية الجافة من على سطح الجسم ـ سواء جسم المُشتبه فيه أو المجنى عليه ـ بكشط سطح الجلد بمشرط نظيف، ثم توضع

العينة في أنبوبة اختبار مُعقمة. وإذا كانت البقعة صغيرة جداً لدرجة لا تسمح بعملية الكشط، أو إذا كانت البقعة رطبة، يتم الرفع بواسطة قطعة شاش معقمة مبللة بمحلول الملح، ثم تجفف في الهواء وتوضع في أنبوبة اختبار معقمة (Di Maio & Dana: 1998 )

أما في حالات الاغتصاب واللواط فتؤخذ مسحات مهبلية من عنق الرحم من المجنى عليها أو مسحة شرجية من المجنى عليه - من قبل الطبيب الشرعي - باستخدام مسابر قطنية مبللة بالماء المقطر أو بمحلول الملح الفسيولوجي. وتوضع هذه المسحات بعد تجفيفها في الهواء في زجاجة عينات وتحرز وترسل إلى المختبر. وفي حالة وجود بقع منوية على سطح الجسم، تُرفع بواسطة قطعة شاش معقمة مبللة بمحلول الملح، ثم تُجفف في الهواء وتوضع في أنبوبة اختبار أو تجمد لحين الفحص المخبري لمنع تفكك جزئ DNA. ويُرفع الشعر بواسطة تمشيط شعر العانة أو بالملقط إذا كان الشعر مُلتصقاً بالجسم.

وفي حالة البقع اللعابية الموجودة على الجلد الآدمي تستخدم طريقة المسحة المزدوجة، أي مسحة قطنية مبللة تتبعها مسحة قطنية جافة. حيث أن تلك البقع صعبة الجمع عن نفس البقع الموجودة على الملابس أو الورق وأي مواد أخرى. كما أن كمية DNA في البقع اللعابية الموجودة على الجلد الآدمي عادة ما تكون قليلة وقد تكون ملوثة بالحمض النووي DNA من الجلد (Sweet et al: 1995).

وكقاعدة هامة وعملية يجب جمع عينة أو أكثر من العينات القياسية أو الضابطة control samples أثناء جمـــع الأثر وترفق مع العينات المرفوعة

من مسرح الحادث، مثل عينة من منطقة مجاورة للبقعة لا تحتوي على أي أثر، أو عينة من محلول الملح الفسيولوجي . . . الخ. كما تؤخذ عينات قياسية من المجنى عليه أو المشتبه فيه، ويستحسن تجفيف العينات القياسية من كل من المشتبه فيه والمجنى عليه على شاش نظيف في أماكن متباعدة وتوضع في أوعية خاصة معقمة. ويتم ذلك بأخذ عينة دم بواسطة سحبها بالمحقن (حوالي ٥ مل على الأقل، ويُفضل سحب ١٥ مل) وتوضع في أنبوبة اختبار بلاستيكية خاصة وتُجمد عند درجة حرارة - ٢٠ درجة مئوية لحين فحصها مخبرياً، أو مسحة فمية (مسحة مزدوجة) أو عينة شعر منزوعة من مناطق عديدة بالرأس (على الأقل ٢٥ شعرة من الشخص) (Di Maio & Dana: 1998 Knight:1997). وهذه العينات القياسية ضرورية للمقارنة مع العينات المرفوعة كآثار بيولوجية متخلفة عن الجريمة، فهي تُستخدم كعينات ضابطة تسمح باستبعاد الأنماط الجينية الدخيلة على الأثر من النموذج النهائي للحمض النووي DNA. فعلى سبيل المثال، لو حدث تلوث للعينة أثناء إجراء فحص DNA لعدم تغيير القفازات، وظهر نوع آخر من DNA في عينة الجريمة فإن العينة القياسية توضح أيضاً نفس النوع، وبالتالي يُمكن استبعاده.

### ٢ ـ حفظ الأثر البيولوجي

بمجرد جمع العينة يجب تحريزها وحفظها بصورة سليمة لضمان عدم تحللها، وحتى تكون قابلة لفحص DNA مخبرياً. وأفضل الطرق هي بقاؤها جافة أو تجفيفها في الهواء عند درجة حرارة الغرفة بعيداً عن ضوء الشمس المباشر أو أي مصدر حراري. ثم توضع في مكان بارد عند + ٤

درجة مئوية أو حفظها مجمدة، بالرغم من أن هذا الإجراء أقل أهمية في نظام DNA عن أنظمة البروتينات والإنزيمات التقليدية. ولا ينبغي تعرض العينة لتغيرات مفاجئة في درجات الحرارة والرطوبة. ومعظم المعامل لديها مجمدات خاصة لتخزين الآثار البيولوجية لحين فحصها مخبرياً.

### ١ . ٤ . ٤ التعرف على الأثر البيولوجي وتحقيق ذاتيته

تنفرد كل مادة بصفات نوعية مميزة Class Characteristics تجعلها تنتمي إلى نوع أو فئة معينة من المواد، بالإضافة إلى صفات فردية خاصة Individual Characteristics تميزها عن غيرها من مواد نفس النوع المشابهة لها واعتماداً على الصفات النوعية أمكن تقسيم المواد التي تواجه خبراء الأدلة في الجرائم المختلفة باستمرار وتطوير اختبارات خاصة لكل نوع منها، وذلك لتسهيل عملية التعرف وربط كل مادة بفئة معينة من المواد. ويُمكن التعرف على أي آثار مادية متخلفة في مسرح الحادث أو على جسم الجاني أو المجنى عليه وتحقيق ذاتيتها وإرجاعها إلى مصدرها على مرحلتين: المرحلة العامة: وهي التعرف Identification، ويتم فيها مبدئياً التعرف على الأثر المادي وتصنيفه حسب الصفات النوعية لإرجاعه إلى فئته التي ينتمي إليها. فمثلاً يُمكن تصنيف الأسلحة النارية حسب خاصة السدود والخدود والعيار، والأحذية تصنف حسب المقاس والعلامة التجارية، والشعر يُصنف حسب مصدره الآدمي أو الحيواني أو الصناعي، وبالمثل في حالة العثور على بقع يُشتبه في أنها تلوثات دموية فالمطلوب أولاً معرفة حقيقة هذه البقع وهل هي دموية أو لا، آدمية أو حيوانية . . . وهكذا.

أما المرحلة الخاصة: فهي إضافة الصفة الفردية المميزة

Individualization ، ويتم ذلك بفحص المادة ووصفها بطريقة لا يُمكن أن تتشابه معها أي مادة أخرى في الكون حتى ولو كانت من نفس النوع ، وذلك لأنها تمتلك سمات لا توجد في أي مادة أخرى مشابهة لها .

وتعتمد الصفات النوعية والصفات الفردية لأي مادة على المصدر الذي يُشكل هذه الصفات . فالسمات المحدثة بواسطة عمليات تُكرر تحت ظروف قياسية محكمة هي صفات نوعية ، مثل السدود والخدود بالأسلحة النارية والعلامة التجارية للحذاء ، وفصائل الدم في الإنسان .

أما إذا حدثت السمات بواسطة عمليات عشوائية غير محكومة بظروف خاصة فهي صفات فردية ، مثل الصفات المكتسبة في الحذاء بعد استعماله من قبل شخص ما كقطع أو فجوة أظافر ، ونوع بصمات الأصابع الذي ينشأ عشوائياً في عملية التوارث ، ونوع الحمض النووي DNA الذي يتوارث من الأب والأم بصورة عشوائية . معنى ذلك أن أي مادة سواء كانت حية كالإنسان أو غير حية كأدوات ارتكاب الجرائم تنفرد بصفات نوعية وصفات فردية خاصة تميزها عن المواد الأخرى حتى ولو كانت من نفس النوع أو نفس الطراز . فكل إنسان له البصمة الخاصة به سواء بصمة الأصابع أو الأسنان أو البصمة الوراثية . وكل سلاح ناري ذو سدود وخدود وذو عيار واحد ومصنوع تحت نفس الظروف في مصنع واحد له خصائص فردية تميزه عن الآخر (بصمة السلاح) .

بناءً على ذلك يُمكن إيجاد علاقة بين الآثار البيولوجية المتخلفة أثناء ارتكاب الجرائم ومصدرها عن طريق تحديد خصائصها النوعية والفردية ومقارنتها بالعينات القياسية المأخوذة من المشتبه فيه أو المجنى عليه . ويتم

ذلك بالتعرف على مادة الأثر أولاً من خلال خصائصها النوعية، أي هل الأثر مادة بيولوجية معينة أو لا؟ وهل هو آدمي أو حيواني؟ وفي الحقل الجنائي يجب عدم الاعتماد كلية على المظهر الخارجي للأثر لتحديد صفاته النوعية، إذ لا بد من اللجوء إلى إجراء بعض الاختبارات الأولية كاختبارات اللون لمعظم سوائل الجسم أو الفحص المجهري أو اختبار الترسيب. وهي اختبارات سهلة التطبيق وسريعة النتائج وذات حساسية كبيرة جداً. فعند وجود بقع حمراء اللون بمسرح الحادث أو على الملابس أو الأدوات، يتم أولاً معرفة هل هذه البقع تلوثات دموية أو لا. ويكون ذلك بإجراء اختبار اللون كاختبار الفينول فيثالين، وفكرته هي حدوث تغير في اللون عند إضافة كاشف عديم اللون أو ملون إلى البقع المشتبهة في وجود فوق أكسيد الهيدروجين. فإن كانت النتيجة سلبية فالبقعة ليست دموية، وإن كانت النتيجة إيجابية فاحتمال أن البقعة دموية ويجب إجراء الاختبارات التأكيدية كاختباري تيشمان وتاكاياما اللذين يعتمدان على الكشف عن هيموجلوبين الدم (لا توجد مادة تحتوى على الهيموجلوبين سوى الدم)، أو الفحص المجهري ورؤية كريات الدم الحمراء مجهرياً (لا يصلح إلا للبقع الحديثة). وبالنسبة للبقع المنوية يجرى اختبار فلورانس أو بربيريو، أو يتم فحص البقعة مجهرياً للكشف عن وجود الحيوانات المنوية أو إجراء اختبار الفوسفاتاز الحمضي. وكذلك في حالة البقع اللعابية يُمكن إجراء اختبار النشا واليود.

وإن كانت البقع بيولوجية يتم معرفة هل هي آدمية أو حيوانية بإجراء اختبار الترسيب، وهو اختبار يحدد نوع البروتين الموجود بالإفرازات البيولوجية والأنسجة سواء كانت دماً أو منياً أو جلداً أو شظايا عظميه (ما عدا العظام المحترقة والعظام التي مضى على وفاة صاحبها حوالي خمس

إلى عشر سنوات، حيث لا يُمكن الحصول منها على بروتين) (Rentoul & Smith:1973, Knight:1991). وذلك باختبار الأثر بالمصل المرسب المحتوي على مضادات دم آدمي، فإذا حدث ترسيب فالعينة آدمية.

والشعر أيضاً يوجد باستمرار في جرائم العنف سواء بمسرح الحادث أو بجسم المجنى عليه أو الجاني، ويُمكن معرفة هل هو شعر طبيعي أو ألياف صناعية، كما يُمكن نسبته أيضاً إلى فئة معينة من الكائنات الحية وذلك من خلال الفحص المجهري لطبقات الشعر.

وبعد مرحلة التعرف على مادة الأثر البيولوجي (الدم، المني، اللعاب، الشعر، . . . الخ) يتم تحديد الصفات الفردية الخاصة للأثر، أي السمات التي ينفرد بها والتي تُمكننا من إلحاقه بشخص معين بذاته. فعند العثور على أثر بيولوجي كبقعة دم مثلاً في مسرح الحادث فمن الضروري معرفة هل هذه البقعة تخص الجاني أو المجنى عليه، أما لو وجدت على المشتبه فيه فمن الأهمية إثبات أنها تخص المجنى عليه أم لا، ولو وجدت على المجنى عليه فمن الضروري أيضاً معرفة إن كانت تخص المشتبه فيه أم لا.

وبهذه الطريقة يُمكن إيجاد علاقة بين الآثار البيولوجية المتخلفة في مسرح الجريمة أو على المجنى عليه وآثار المشتبه فيه، ووجود تلك العلاقة يُقيم الدليل على إثبات وجوده في مسرح الجريمة أثناء ارتكاب الجريمة. لكن السؤال الآن هو: ما هي الصفات الفردية للأثر التي يُمكن فحصها واستخدامها لربط الأثر بمصدره بنسبة قد تصل إلى ١٠٠٪ تقريباً. إن تلك الصفات هي في حقيقة الأمر سمات جينية تختلف من شخص لآخر بصورة يُمكن معها القول بأن هذا الأثر من شخص معين بذاته.

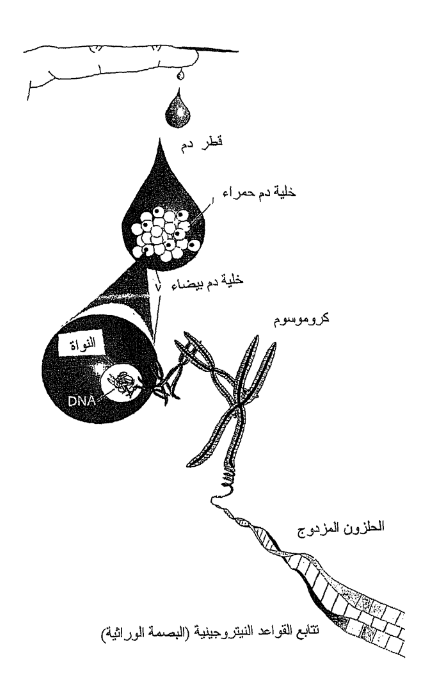
ويُمكن توضيح المفهوم السابق بفحص فصائل الدم (إحدى العلامات الجينية التقليدية العديدة التي تفيد في التعرف على الأشخاص)، حيث يوجد أربع فصائل شائعة هي (A, B, AB, O). وأن كل فصيلة تحدث بتكرار معين بين الناس. وفصيلة الدم A مثلاً توجد بنسبة (٣٥-٤٠٪) في الجنس القوقازي. ومعنى هذا أنه لو وجدت بقعة دموية في مسرح الجريمة وحددت فصيلتها بأنها من نوع A ، فهناك عدة احتمالات: الأول هو استبعاد كل الأشخاص الذين لا تكون فصائلهم الدموية من نوع A لأنه من المستحيل أن يكون أحدهم هو مصدر هذه البقعة، والثاني هو أن أي شخص فصيلته A من المحتمل أن يكون مصدر هذه البقعة، والثالث هو أن المصدر المحتمل لهذه البقعة سيكون محصوراً في فئة أشخاص من الجنس القوقازي تبلغ نسبتهم من ٣٥-٤٠٪ . وبذلك فإن دلالة تحديد الفصائل الدموية للأثر يُعبر عنها بحجم الأشخاص ذوي العلاقة بالأثر. وكلما كانت السمة الجينية أقل شيوعاً بين الناس كلما كانت دلالة الفحص وتحديد الأشخاص قوية.
والهدف من الفحص الجيني للأثر هو الوصول إلى أقل عدد ممكن من تكرار نفس السمة الجينية بين الناس، ويتم هذا بفحص أكثر من موقع جيني.
ومثل فصائل الدم فإن العلامات الوراثية الأخرى مثل الفوسفوجلوكوماتيز Phosphoglucomutase، والفوسفاتاز الحمضي في كريات الدم الحمراء Erythrocyte Acid Phosphates، والهبتاجلوبين Haptaglobin . . . . وغيرها لها أنواع مختلفة، وكل نوع يوجد بتكرار معلوم بين الأجناس.
فلو تم فحص أنواع الفوسفوجلوكوماتيز مع فصائل الدم، ووجد أنه من نوع + ١ ، فإن دلالة الفحص الكلية للتعرف على صاحب الأثر يُعبر عنها بتكرار نوع فصيلة الدم (٣٥-٤٠٪) مضروباً في تكرار نوع الفوسفوجلوكوماتيز + ١ (١٩٪). وبمعنى آخر فإن نسبة تكرار نوع فصيلة

الدم A هو ٣٥ ـ ٤٠٪ بين القوقازيين، ونسبة تكرار نوع فصيلة الدم A مع نوع الفوسفوجلوكوماتيز + ١ هو١٩٪ . أي أن نسبة الأشخاص في الجنس القوقازي الذين لديهم فصيلة A نوع + ١ هو (٣٥ـ٤٠٪) مضروبا في ١٩٪ يساوي ٦ , ٧٪ . معنى هذا أنه كلما تمت إضافة علامات وراثية أخرى فإن النسبة المئوية لتكرار نفس السمة الجينية سيكون أصغر وأصغر . . . . (Inman & Rudin:1997) .

وفي الوقت الحاضر فإن فحص الحمض النووي DNA في الأثر البيولوجي له نفس هدف نظام فحص العلامات الوراثية التقليدية السابق ذكرها، وهو تقليل نسبة عدد الأشخاص المشتركين في نوع واحد من السمة الجينية إلى أدنى حد ممكن . وهذه ميزة ينفرد بها الحمض النووي DNA عن تلك العلامات الوراثية، ففي تقنية RFLP يوجد ٢٠ إلى ٨٠ نوعاً جينياً عند أي موقع يتم فحصه، وكل نوع يحدث بين الناس بتكرار قليل جداً . هذا يعني أن النمط الجيني الذي يُحدد بواسطة تلك التقنية سيكون تكراره نادراً جداً وبصورة خيالية، وأن دلالة الاختبار في التمييز بين الأشخاص ستكون مرتفعة جداً لأن نسبة قليلة جداً منهم سيكون لهم نفس الأنماط الجينية الموجودة في مادة الأثر المتعلقة بالجرائم . وكذلك فإن فحص مواقع تقنية PCR لديها أنماط جينية تكرارها قليل جداً بين الناس في كل موقع . وبذلك فنظام DNA أدق من الأنظمة الوراثية التقليدية من حيث تحديد الأفراد . (شكل رقم : ١) .

(شكل رقم : ١)

## تحقيق ذاتية الأثر البيولوجي بواسطة تقنية DNA



# الفصل الثاني

# الأحماض النووية والبصمة الوراثية

# الأحماض النووية والبصمة الوراثية

من آيات اللّه العظيمة التي كشف عنها العلم مؤخراً في مجال خلق الإنسان وأسرار تكوينه وأسرار الخلية الأحماض النووية، التي هي سر الله في خلقه والكتاب الوراثي الذي يرثه الإنسان ويورثه جيل بعد جيل منذ بداية خلقه إلى أن يشاء الله. وقد أثارت تلك الاكتشافات طفرة علمية هائلة في جميع المجالات، مما يدل على أن وراء ذلك خالقاً عظيماً خلق كل شيء وقدره، فسبحان الله العظيم الخالق البارئ المصور الذي يقول في كتابه الكريم: ﴿ سَنُرِيهِمْ آيَاتِنَا فِي الْآفَاقِ وَفِي أَنفُسِهِمْ حَتَّىٰ يَتَبَيَّنَ لَهُمْ أَنَّهُ الْحَقُّ أَوَلَمْ يَكْفِ بِرَبِّكَ أَنَّهُ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ شَهِيدٌ ﴿٥٣﴾ ﴾ (سورة فصلت).

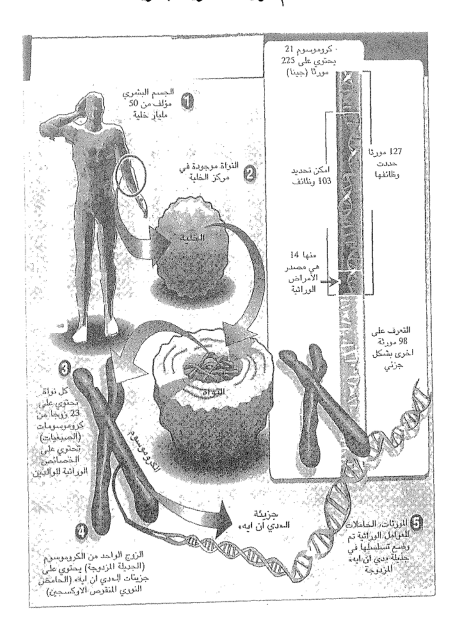
## ٢ . ١ الأسس البيولوجية للوراثة الخلوية البشرية

يهتم علم الوراثة الخلوية Cytogenetics، بدراسة الكروموسومات في الخلية الحية، سواء الخلية النباتية أو الحيوانية. وقد ثبت أن وحدة البناء الأساسية لهذه الكروموسومات هو الحمض النووي DNA، والكروموسوم بما يحمله من الجينات الموجودة على جزئ DNA هو المسئول عن حمل وانتقال مجموع الصفات والمعلومات الوراثية عبر الأجيال. لذلك عندما تُذكر اليوم كلمة جين أو كلمة وراثة فإنها ترتبط في ذهن علماء البيولوجي بالحمض النووي DNA. وقد تم اكتشاف الكروموسومات في عام ١٨٦٣م على يد العالم الألماني «ويلهلم والدير»، إلا انه لم يكن لعلم الوراثة البشرية دور يذكر إلا حديثاً بعد اكتشاف العدد الحقيقي الكامل للكروموسومات في الإنسان (٤٦ كروموسوم) في عام ١٩٦٥م على يد العالمين «تجيو وليفان» . كما أن التقنيات المستحدثة في الوراثة الخلوية لدراسة الكروموسومات

البشرية مكنت العلماء من تمييز كل كروموسوم في الإنسان ومن وضع خرائط لعدد الجينات (شكل رقم ٢).

## الشكل رقم (٢)

## علم الوراثة الخلوية البشرية



**الخليـــة Cell:**

هي الوحدة التركيبية الوظيفية لجميع الكائنات الحية. والخلية أصغر وحدات الحياة، إذ يبلغ قطرها حوالي ١/ ١٠ من قطر الشعرة. ويتألف جسم الإنسان البالغ من حوالي خمسين ألف بليون خلية تقريباً (رزق: ٢٠٠٠م). وتمتاز خلايا الجسم البشري - ما عدا خلايا كريات الدم الحمراء - باحتوائها على جسم صغير محدد غالباً ما يكون كروي الشكل يُسمى النواة، ويحيط بها السيتوبلازم. والنواة هي مركز نظام الخلية وتكمن فيها الشفرات الوراثية منظمة في تراكيب مادية هي الكروموسومات. أما السيتوبلازم فيحتوي على تراكيب دقيقة تسمى عضيات الخلية مثل الرايبوسومات، الميتوكوندريا، الليسوسومات . . . الخ. (شكل رقم ٣) وتختلف الخلايا عن بعضها حسب موقعها في الجسم وحسب وظيفتها، فهناك الخلايا العصبية والعضلية والعظمية وغير ذلك من خلايا الأنسجة المختلفة. وجميع الخلايا المكونة للجسم البشري نُسخت من خلية واحدة (الزيجوت) ناتجة من اندماج الحيوان المنوي مع البويضة.

**الكروموسوم Chromosome:**

هو عبارة عن تركيب كيميائي يوجد في نواة الخلية، ويتكون من سلسلتين من الحمض النووي DNA ملتفتين حول بعضهما البعض بشكل حلزوني، والحمض النووي RNA وأنواع معينة من البروتينات تسمى الهستونات. ويمتاز الكروموسوم بتنظيم خاص وله سمات متميزة ووظائف خاصة. والكروموسوم يحمل الجينات، وبذلك فهو مركز الشفرات الوراثية. والكروموسوم قادر على التكاثر الذاتي والاحتفاظ بخصائصه المظهرية والوظيفية عبر مراحل الانقسامات الخلوية المتعاقبة.

ولا يُمكن رؤية الكروموسومات بالعين المجردة أو بالمجهر ما لم تكن الخلية مقتولة ومثبتة ومصبغة، وأفضل أطوار الانقسام الخلوي لمشاهدة الكروموسومات ودراسة مظهرها العام بصورة تفصيلية هما: الطوران الاستوائي Metaphase والانفصالي Anaphase. ففي الطور البيني Interphase للخلية تبدو الكروموسومات على هيئة بقع كروماتينية كثيفة، أما في الطورين الاستوائي والانفصالي فتكون المادة الكروماتينية شديدة الكثافة وذلك لبلوغ الكروموسومات حجمها الأقصى، فتبدو بصورة أجسام أسطوانية أو شبه أسطوانية أو خيطيه ملتوية تكون مضغوطة باتجاه داخل الغلاف النووي (ياسين والسلطاني: ١٩٩٩م). ويتراوح طول الكروموسومات في الإنسان ما بين ٤ ـ ٦ مايكرون، ويصل قطر الكروموسوم إلى نحو ٦, ٠ مايكرون (Davidson:1996).

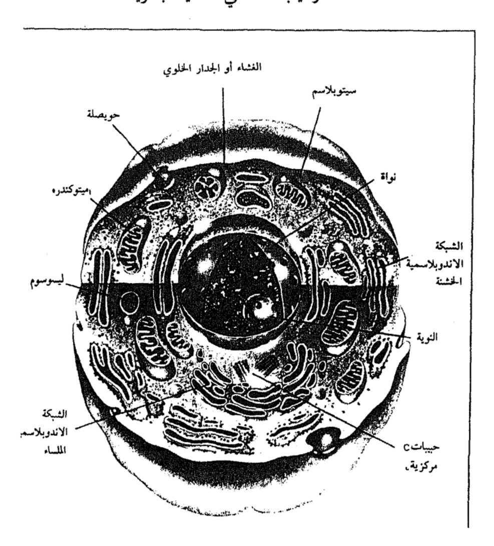
وتوجد الكروموسومات في النواة على شكل أزواج تأخذ أشكالاً ثلاثة اعتماداً على موقع الجزء المركزي هي: كروموسومات وسطية الجزء المركزي (Metacentric) وتُعرف بالكروموسومات متساوية الذراعين وذلك لوقوع الجزء المركزي في وسط الكروموسوم. وكروموسومات طريفية الجزء المركزي (Submetacentric) وهي كروموسومات غير متساوية الذراعين وفيها يكون أحد الزراعين أطول من الآخر. وكروموسومات طرفية الجزء المركزي (Acrocentric) وهي تبدو عصوية الشكل حيث يحتل الجزء المركزي فيها موقعاً قريباً من أحد طرفي الكروموسوم. (ياسين والسلطاني: ١٩٩٩م).

وتختلف أعداد الكروموسومات على حسب الكائنات الحية، ولكن خلايا النوع الواحد من الكائنات الحية تحتوي على عدد ثابت من

الكروموسومات، أي أن لكل كائن حي العدد الخاص به من هذه الكروموسومات. وتحتوي النواة في جميع الخلايا الجسدية والبويضة المخصبة (الزيجوت) على العدد الكامل من الكروموسومات ويُسمى بالعدد الثنائي Diploid Number أو العدد الجسمي أو العدد الزيجي، ويرمز له

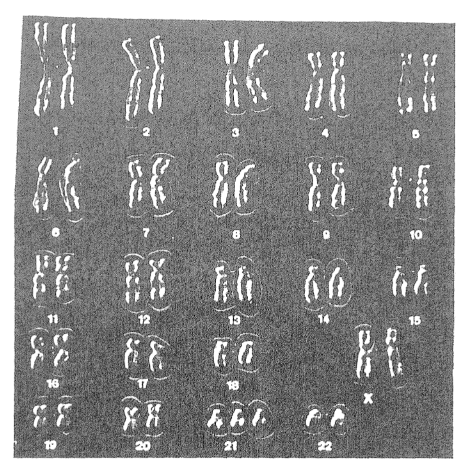
الشكل رقم (٣)

التركيب الداخلي للخلية البشرية



الشكل رقم (٤)

عدد وشكل الكروموسومات البشرية الموجودة في نواة الخلية




(٢ن). أما الأمشاج (الخلايا الجنسية: الحيوان المنوي أو البويضة) فتحتوي على نصف العدد الأصلي من الكروموسومات ويُسمى بالعدد الأحـادي أو النصفي Haploid Number أو العـدد الاختـزالي أو العـدد المشيجي، ويرمز له (ن). والعـدد الكروموسومي الفعلي في نواة خلايا الجسم البشري هو ٤٦ كروموسوماً (٢٣ زوجاً)، منها ٢٢ زوجاً (٤٤ كروموسوماً) متماثلة في كل من الذكر والأنثى تسمى الكروموسومات الجسدية، والزوج رقم ٢٣ يختلف في الذكر عن الأنثى ويحتوي على المعلومات التي تحدد الجنس

ويسمى بالكروموسومات الجنسية ويرمز لها في الذكر بالحرفين (XY) وفي الأنثى بالحرفين (XX) (جلبي : ٢٠٠٠م). (شكل رقم ٤). وبذلك يُرمز للذكر الطبيعي بـ (٤٦ , XY) وللأنثى الطبيعية (٤٦ , XX). ولا يخرج عن هذه القاعدة إلا عدد قليل جداً من الأفراد ممن لهم بنية كروموسومية تشذ عن البنية الطبيعية مثل (٤٥ ,Xo) بدلاً من (٤٦ , XX) وذلك بنقص كروموسوم واحد من نوع (X)، أو (٤٧ , XXY) بدلا من (٤٦ , XY) أي بزيادة كروموسوم واحد من نوع (X).

وكل شخص لديه نسختان من كل كروموسوم (الكروموسوم ونظيره) أحدهما يأتي من الأب والآخر من الأم، حيث أن خلق الإنسان يبدأ بحيوان منوي من الأب يحمل ٢٣ كروموسوماً (٢٢ فردياً + X أو ٢٢ فردياً + Y) وبويضة من الأم تحمل ٢٣ كروموسوماً ( ٢٢ فردياً + X ). ولذلك فإن الحيوان المنوي - إي الرجل وليس المرأة - هو المسؤول عن تحديد جنس الجنين. وبعد التلقيح يصبحان خلية واحدة ملقحة تحمل ٢٣ زوجاً من الكروموسومات (٢٢ زوجاً + XX أو ٢٢ زوجاً + XY) بها نصف الصفات الوراثية من الأب والنصف الآخر من الأم (الجاعوني : ١٩٩٣م). وبذلك يُمكن تحديد الجنس بفحص DNA، وهذه نقطة هامة في تحليل العينات المرتبطة بالجرائم. وتنتقل الكروموسومات من الأبوين إلى الطفل كوحدة متكاملة، لذلك فإن الصفات الوراثية الكامنة في نفس الكروموسوم تورث معاً، أي أن جينات نفس الكروموسوم تبدي علاقة تجعلها تعبر عن نفسها معاً في عملية الوراثة (الترابط الإسهامي الوراثي - Genetic Linkage).

ومن ناحية أخرى فإن الصفات الوراثية في الكروموسومات

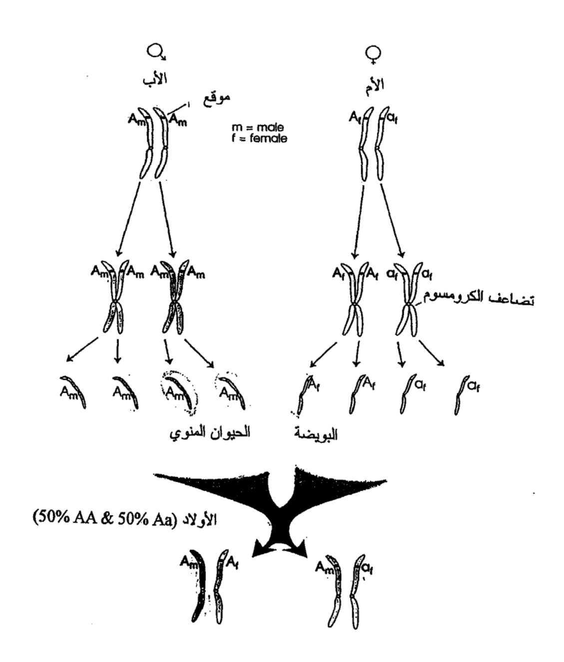
المختلفة لا تورث معاً، بل تورث منفصلة عن بعضها البعض (التنسيق العشوائي- (Random Assortment) (Griffiths et al:1993) (شكل رقم ٥).

**الجين Gene:**

أُطلق عليه قديما اسم المورثة، وهو تسلسل من نيوكليوتيدات الحمض النووي الرايبي منقوص الأكسجين DNA، بمعنى أنه عبارة عن جزء من الحمض النووي DNA أو جزء من الكروموسوم الذي يتحكم بإظهار صفة وراثية محددة. ويتفاوت طول الجينات تفاوتاً كبيراً، ما بين مئات النيوكليوتيدات وعشرات آلاف النيوكليوتيدات (رزق : ٢٠٠٠م). وتحتوي الكروموسومات على عدد من الجينات، وكل خلية في الجسم-ما عدا خلايا كريات الدم الحمراء-تحوي العدد نفسه من الكروموسومات والعدد نفسه من الجينات ولكن لا توجد علاقة بين حجم الكروموسوم وعدد الجينات التي يحملها. فكروموسوم الجنس (Y) الذي يتكون من كروماتين مغاير يحمل جينات قليلة جداً، وهي الجينات المسئولة عن تكون الخصي، وعليه فإن حجم الكروموسوم ليس دليلاً على مكوناته الوراثية. غير أن هناك علاقة وطيدة بين حجم الكروموسوم وكمية الحمض النووي DNA. وتترتب الجينات طولياً على الكروموسومات ولكل منها مكان محدد على طول خيط الكروموسوم.

## الشكل رقم (٥)

**عملية التوارث، مثال لتوارث زوج كروموسومي واحد حيث الأب متماثل الأليل (AA)، والأم مختلفة الأليل (Aa)**



ومع أن الجينات لا تغادر نواة الخلية، إلا أنها مسئولة عن الخصائص البشرية كلها بسيطرتها على تركيب البروتينات التي تكون هذه الخصائص. وتتباين الجينات في التعبير عن نفسها وفقاً لكل نمط خلوي. فبالرغم من أن كل أنواع الخلايا الجسمية تحتوي على جميع الجينات، إلا أن عمل الجينات ونشاطها يتوقف على نوع الخلية. فمثلاً خلايا الجلد لا تعمل أو تنشط فيها سوى الجينات المسئولة عن الجلد بينما تبقى بقية الجينات ساكنة وغير نشطة. وكذلك في الخلايا العصبية فلا يعمل فيها سوى الجينات المسئولة عن الأعصاب فقط وتبقى الجينات الأخرى ساكنة، وهكذا بالنسبة لجميع الخلايا الأخرى. أي أنه في الخلايا العصبية تعمل جينات مختلفة عن الجينات التي تعمل في الخلايا العضلية . . . وهكذا. وحديثاً وجد أن عدد الجينات التي تعبر عن نفسها في الخلايا كافة يبلغ حوالي ٣٠ إلى ٤٠ ألف جين، وهو يقل كثيراً عن التصورات السابقة.

ويُعبر الجين عن نفسه عندما يُنتسخ على شكل حمض نووي رايبوزي مرسال (mRNA)، وينضج في النواة ثم يصل إلى سيتوبلازم الخلية لتترجم الرسالة إلى بروتين، وكل ٣ قواعد نيتروجينية ترمز حمضاً أمينياً مُعيناً يدخل في بنية جزئ البروتين. وكل مجموعة من عدد محدد من الأحماض الأمينية هي شفرة خاصة بإنجاز محدد (جلبي: ٢٠٠٠م). معنى ذلك أن الجين يتألف من رموز هي القواعد النيتروجينية التي تُنسخ على شكل رسالة تترجم إلى بروتين ملموس بنيوي أو وظيفي يُشكل خصائص الإنسان الظاهرة. ومجموع جينات الفرد يُشكل النمط الجيني Genotype، ويُعبر عن نفسه ليُشكل النمط الظاهري Phenotype. وللجين عدة أشكال وراثية مختلفة تُسمى ألائل (Alleles)، ويشغل أليل كل جين الموضع المقابل في الكروموسوم النظير. ويوجد في جسم الإنسان الواحد اثنين فقط من

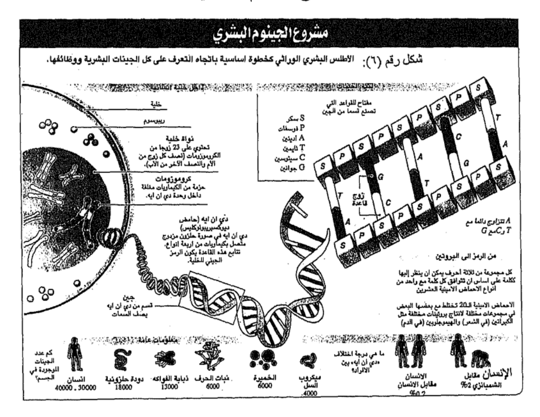
الألائل، أحدهما يأتي من الأب والآخر من الأم، وهذا هو النمط الجيني.

وأول من لاحظ الألائل المختلفة لنفس الجين هو «جريجور» مندل في عام ١٨٦٦م. ففصائل الدم ABO أبسط مثال للألائل المختلفة لنفس الجين في الإنسان، ففصيلة دم A قد تكون: AA أو AO. ولو أن الألائل عند موقع خاص في الجينوم البشري متماثلة على جزئي الكروموسوم، يسمى الموقع (Homozygous). أما وجود ألائل مختلفة على جزئي الكروموسوم تؤدي إلى اختلاف عند موقع خاص في الجينوم فيسمى الموقع (Heterozygous). وتنفصل ألائل نفس الجين عن بعضها أثناء تكون الخلايا الجنسية بحيث أن كل واحدة تستقبل نصف المجموعة الجينية من الأبوين بصورة عشوائية. وتتوزع الكروموسومات بحيث أن كل خلية جنسية تحتوي على نسخة أحادية من كل كروموسوم. فلو أن الجين مختلف الأليل لصفة معينة، فإن كل خلية جنسية ستحوي أليل يختلف عن الآخر لنفس الصفة الوراثية.

وقد انتهى العلماء من وضع خرائط لعدد الجينات البشرية، وهو ما يعرف بمشروع الجينوم البشري (الأطلس الوراثي) أو HGP وهي اختصار ثلاث كلمات Human Genome Project. وهو مجهود شاركت فيه كل من: فرنسا وأمريكا وكندا واليابان. والجينوم Genome هو مجموع جينات الفرد التي يرثها من أحد أبويه. ويهدف المشروع إلى تعيين مواضع الجينات على الكروموسومات (الخريطة الوراثية والخريطة الفيزيائية)، وتسلسل النيوكليوتيدات التي تُشكل الجينات (الخريطة الكيميائية الحيوية)، وإنتاج الجينات لبروتين معين (الخريطة الفسيولوجية) (رزق: ٢٠٠٠م). ومع أنه كان من المتوقع أن ينتهي العمل بهذا المشروع في ٢٠٠٥م، إلا أنه قد انتهي

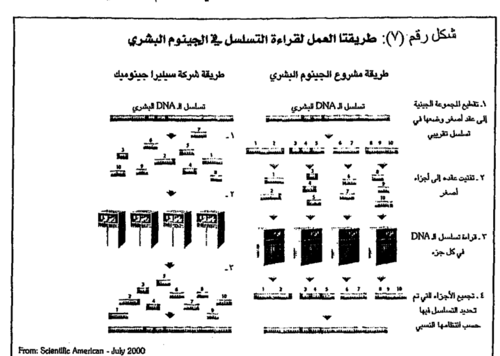
في شهر فبراير لعام ٢٠٠١م، أي قبل أربع سنوات من الوقت المتوقع، حيث تم وضع الخريطة البشرية وتم التعرف على مواقع جينات الإنسان، كما عُيِّنَ تسلسلها (انظر مجلة : Science Vol. 921: 2001). وقد تضافر في إنجازه جهود مئات المختبرات وعشرات آلاف الباحثين (شكل رقم: ٦، ٧).

## الشكل رقم (٦)
## مشروع الجينوم البشري



الشكل رقم (٧)

طريقة العمل لقراءة التسلسل في الجينوم البشري




## ٢ . ٢ الأحماض النووية

الأحماض النووية بشكل عام هي مركبات كيميائية معقدة ذات أوزان جزيئية عالية لا يُمكن استغناء الكائن الحي عنها . وهما نوعان هما الحمض النووي DNA والحمض النووي RNAولكن بنسب مختلفة (ياسين، السلطاني، ١٩٩٩م). فقد تحتوي بعض الخلايا على كمية من الحمض النووي DNA أكبر من كمية الحمض النووي RNA، والعكس (Montgomery et al: 1990) . وللأحماض النووية دور وظيفي هام، فوظيفة الحمض النووي DNA هي حمل المعلومات الوراثية من سلالة إلى أخرى ومن جيل إلى جيل، أما الحمض النووي (RNA) فوظيفته تصنيع البروتين ونقل المعلومات الوراثية من النواة إلى السيتوبلازم .

ولكي نستطيع معرفة الأساس العلمي لاستخدام DNA كدليل فني يُمكننا من تحديد هوية الأشخاص لابد من إلقاء الضوء على بعض أسس البيولوجيا الجزيئية للأحماض النووية، خاصة الحمض النووي DNA الذي يُمثل البصمة الوراثية، وسوف نتناول ذلك من خلال ما توصلت إليه البحوث العلمية الحديثة في هذا المجال بشيء من التفصيل.

## ٢ . ٢ . ١ الحمض النووي DNA

هو الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين، والحروف الثلاثة DNA هي اختصار للاسم العلمي (Deoxyribo Nucleic Acid).

وقد سمي بالحمض النووي نظراً لوجوده وتمركزه بشكل أساسي في نوى خلايا جميع الكائنات الحية بدءاً من البكتريا والفطريات والنباتات والحيوانات إلى الإنسان. ويوجد الحمض النووي DNA في كل خلية من خلايا جسم الإنسان في موضعين: الأول في نواة الخلية والتي تحتوي بشكل أساسي على الحمض النووي DNA المكتسب من كل من الأب والأم (وبذلك فإن خلايا كريات الدم الحمراء للإنسان لا تحتوي عليه حيث أنه لا يوجد بها نواة). أما الموضع الثاني فهو جسيمات الطاقة الموجودة خارج النواة في السيتوبلازم والتي تعرف بالميتوكوندريا وتحتوي على هذا الحمض النووي بشكل خاص ومن الأم فقط (Inman & Rudin:1997)، ياسين والسلطاني: ١٩٩٩م). ويوجد الحمض النووي DNA في نوى الخلايا في صورة كروموسومات مشكلاً وحدة البناء الأساسية لها، حيث يشغل الجزء الداخلي للكروموسوم أو ما يسمى بقلب الكروموسوم. ويتراوح وزنه الجزيئي بين $١٠^{٧}$ - $١٠^{٨}$) دالتون (ياسين والسلطاني: ١٩٩٩م).

والحمض النووي DNA قادر على حمل وحفظ جميع الصفات والمعلومات الوراثية للكائنات الحية بصورة شفرية مبرمجة وثابتة في أربعة قواعد نيتروجينية، حيث أن التتابع الخاص لهذه القواعد (الجين) هو الذي يُحدد كل الصفات المميزة للفرد. ويتمتع جزيء DNA بمقدرته على التكاثر والانتقال بدقة من سلالة لأخرى ومن جيل إلى آخر، كما أنه قادر على إنتاج أنواع أخرى من الجزيئات. وهو بما يحمله من صفات وراثية ومعلومات يكون مسئولاً عن نقل الصفات الوراثية المبرمجة عليه عبر الأجيال والشعوب والأجناس بكل أمانة، محققاً التفرد والتميز ليس فقط لكل جنس من الأجناس البشرية بل لكل إنسان على حده مما يجعل لكل إنسان شفرته أو بصمته الوراثية الخاصة به والتي تميزه عن غيره من الناس، حيث أنها لا تتطابق أبداً مع بصمة أي إنسان آخر. لكن السؤال المطروح الآن هو: كيف يشكل الحمض النووي DNA التفرد في شخصية الإنسان أو ما يسمى بالبصمة الوراثية؟ لكي يتم فهم ذلك لابد من دراسة تركيب هذا الحمض.

## التركيب البنائي للحمض النووي DNA:

**التركيب الكيميائي (السلسلة عديدة النيوكليوتيد Polynucleotide Chain):**

يتركب جزئ الحمض النووي DNA من وحدات متكررة بترتيب معين على شكل سلسلة طويلة جداً تسمى نيوكليوتيدات. وتتكون كل واحدة من هذه النيوكليوتيدات من سكر الرايبوز الخماسي منقوص الأكسجين (deoxyribose -2)، وحامض فوسفوريك، وأربعة قواعد نيتروجينية وتشمل نوعين هما قواعد البيورين Purine (أدينين Adenine وجوانين

Guanine) وقواعد البيريميدين Pyrimidine (سيتوسين Cytosine وثايمين Thymine)، ويُرمز لهذه القواعد بالرموز التالية (A,T,C,G). ويتصل الأدينين دوماً بالثايمين (A-T) ويتصل الجوانين دوماً بالسيتوسين (G-C) لتكوين القواعد النيتروجينية الأساسية التي ترتبط مع بعضها عن طريق روابط هيدروجينية. (أشكال: ٨، ٩، ١٠). ولكي تتكون السلسلة عديدة النيوكليوتيد تتصل كل واحدة من هذه القواعد بالسكر الخماسي منقوص الأكسجين، ويتصل هذا السكر الخماسي بالمركب الفوسفوري (Hartl 1991,). ويحدث ذلك كما يلي:

أولاً: ترتبط القواعد النيتروجينية (بيورين وبيريميدن) مع السكر الخماسي لتكون النيوكليوسيدات Nucleosides، حيث ترتبط ذرة الكربون رقم (١) في السكر الخماسي مع ذرة النيتروجين رقم (١) في قاعدة البيريميدين أو ذرة النيتروجين رقم (٩) في قاعدة البيورين.

ثانياً: ترتبط كل نيوكليوسيد بمجموعة فوسفات لتكون النيوكليوتيد Nucleotides والتي تعتبر الوحدات البنائية للأحماض النووية.

ثالثاً: ترتبط النيوكليوتيدات ببعضها عن طريق جزئ السكر الخماسي ومجموعة الفوسفات بروابط من النوع (فوسفو-داي-استر)، بحيث أن مجموعة الفوسفات التي تتصل بذرة الكربون (C) رقم (٥) لسكر إحدى النيوكليوتيدات تتصل بمجموعة الهيدروكسيل (OH) الموجودة بذرة الكربون رقم (٣) للسكر في النيوكليوتيدات المجاورة.

## الشكل رقم (٨)

## التركيب الكيميائي العام للقواعد النيتروجينية

التركيب الكيميائي العام لحلقة البايريميدين

التركيب الكيميائي العام لأنواع البايريميدينات

السايتوسين

اليوراسيل

الثايمين

التركيب الكيميائي العام للبيورين

الأدينين

الجوانين

التركيب الكيميائي العام لنوعي البيورينات

## الشكل رقم (٩)

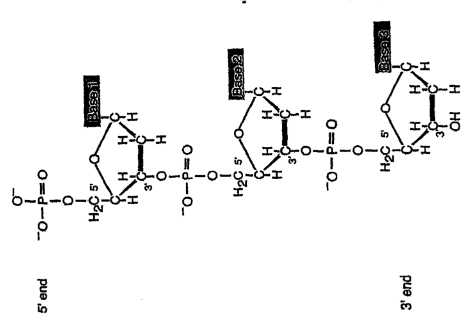
## التركيب الكيميائي لنوعي السكر الخماسي

## الشكل رقم (١٠): مُخطط كيميائي لكيفية الارتباط بين القواعد النيتروجينية للـ DNA بواسطة الأواصر الهيدروجينية

وبذلك تكون السلسلة عديدة النيوكليوتيدات قوامها سكر وفوسفات بالتبادل وتتصل بها جانبياً القواعد النيتروجينية التي تترتب كل منها فوق الأخرى مثل الأقراص المسطحة أو كالخرزة في خيط السبحة أو العقد، بحيث تبعد كل واحدة عن التي تليها بمقدار ٣,٤ انجستروم (٠,٣٤ nm). وقد يكون المحتوى النيوكليوتيدي لجزئ الحمض النووي DNA واحداً ومتماثلاً في نوعين من الكائنات إلا أن تتابع النيوكليوتيدات ليس متماثلاً (Conner & Ferguson, 1991). (الشكل رقم ١١).

الشكل رقم (١١)

جزء من التركيب النهائي للسلسلة عديدة النيوكليوتيد




ملحوظة: الشكل يُبين طريقة ارتباط النيوكليوتيدات ببعضها بواسطة روابط فوسفو-داي-إستر، وتبادل الروابط (-`5... `3 - `5 ... `3-) يستمر خلال السلسلة بحيث تكون المجموعة الأخيرة للسلسلة عديدة النيوكليوتيد هي (`5-P) في إحدى النهايات و (`3-OH) عند النهاية الأخرى.

## الحلزون المزدوج **The double helix**:

يوجد الحمض النووي DNA على هيئة سلالم حلزونية ملتفة حول نفسها، وتسلسل القواعد النيتروجينية على جزئ هذا الحمض النووي هو الذي يُكَوِّنْ درجات هذه السلالم، وكل درجة تتكون من قاعدتين لديهما قابلية قوية للارتباط معاً بواسطة روابط هيدروجينية، وتسمى زوجاً قاعدياً. ويحدث ذلك بالتفاف سلسلتين من السلاسل متعددة النيوكليوتيد حول بعضها على صورة حلزون مزدوج لتكون جزيء الحمض النووي DNA، بحيث أن القواعد النيتروجينية تكون داخل الحلزون وأن الأدينين (A) في إحدى السلسلتين يكون مقابلاً للثايمين (T) لتكوين رابطتين هيدروجينيتين بينهما (A=T) والجوانين (G) مقابلاً للسيتوسين (C) لتكوين ثلاث روابط هيدروجينية بينهما (G ≡ C) في السلسلة الأخرى (Inman & Rudin,1997). وقد وضع العالمان واطسون وكريك هذا النموذج لجزيئ DNA عام ١٩٥٣م. (شكل رقم ١٢).

وبناء على ذلك فإن كمية الأدينين تساوي كمية الثايمين وكمية الجوانين تساوي كمية السيتوسين. بمعنى أن عدد قواعد البيورين في السلسلة الواحدة يساوي عدد قواعد البيريميدين في السلسلة الثانية (T+C = A+G) وقد لوحظ أن نسبة (A+T/ G+C) والمسماة بنسبة القواعد تختلف من كائن حي لكائن حي آخر ولكن تكون ثابتة في النوع الواحد من الكائنات الحية. وبذلك فإن DNA المستخلص من خلايا أنسجة الجسم المختلفة يحتوي على تراكيب القواعد نفسها. وهذه التراكيب لا تتغير مع تقدم العمر أو مع تغيير بيئة الإنسان أو طبيعة غذائه، مما يضفي على جزيئ DNA الخصوصية والفردية (Karp,1984). كما أن إحدى سلسلتي الحلزون تكون في

عكس اتجاه السلسلة الأخرى . فإذا كان هناك تتابع معين من النيوكليوتيدات على سلسلة ما ، فإن تتابع النيوكليوتيدات على السلسلة المقابلة لها في الحلزون المزدوج لابد وأن يكون مكملاً للنتائج في السلسلة الأولى . فإذا كان التتابع على إحدى السلسلتين هو [3`.. GTTAG ... 5` ] ، فإن التتابع على السلسلة المقابلة لابد وأن يكون [ 5` ..CAATC .. 3`] . وكل لفة كاملة من لفات الحلزون المزدوج يوجد بها عشرة أزواج من القواعد النيتروجينية ، وحيث أن المسافة بين كل قاعدة والتي تليها في السلسلة متعددة النيوكليوتيد تساوي ٣,٤ انجستروم كما سبق ذكره ، فإن الحلزون المزدوج يعمل لفة كاملة كل ٣٤ انجستروم . وقطر الحلزون المزدوج هو ٢٠ انجستروم (Hartl, 1991) .

الشكل رقم (١٢)

الشكل الحلزوني المزدوج لجزئ DNA ـ نموذج واطسون ـ كريك

## شروط المادة الوراثية

هناك شروط خاصة لا بد من توافرها في الجزيئات حتى يمكنها أن تقوم بوظيفة حمل المعلومات الوراثية، وقد ثبت علمياً أن الحمض النووي DNA هو المادة الكيميائية التي تحمل المعلومات الوراثية في جميع الكائنات الحية حيث تتوافر في جزيئاته هذه الشروط الخاصة. وأول هذه الشروط هي قدرتها على حمل المعلومات الوراثية وحفظها بصورة ثابتة. والتركيب البنائي للحمض النووي DNA يوضح قدرته على حمل المعلومات الوراثية على هيئة شفرة (Code)، حيث أن تتابع القواعد النيتروجينية الأربعة (درجات السلالم) على طول السلسلة عديدة النيوكليوتيد في الحلزون المزدوج (السلالم الحلزونية) يجعل الحمض النووي DNA قادراً على حمل المعلومات الوراثية على هيئة شفرة. والحروف المستخدمة لهذه الشفرة مكونة من أربعة حروف فقط ترمز للقواعد النيتروجينية، ومن تتابع هذه الحروف تتشكل كلمات الخلق الجديدة. فمثلاً يمكن قراءة سلسلة ما على صورة .... AAATTCG ...... وتعني هرموناً ما مثل الأنسولين المسئول عن حرق السكر أو هرمون التستسترون المسئول عن الذكورة في الرجال .... وهكذا. وسلسلة أخرى على الصورة ... CAATT ...، وثالثة على الصورة ... GTAATT ... وهكذا تتكون مجموعات لا حصر لها يتراوح طولها ما بين مئات إلى آلاف القواعد النيتروجينية، حيث ترمز كل مجموعة من مجاميع النيوكليوتيدات (الجينات) لمعلومة وراثية معينة. أي أن القواعد النيتروجينية الأربعة (A,T,C,G) تعمل كحروف في شفرة تترجم بعد ذلك إلى بروتينات معينة تتشكل بواسطتها كل تراكيب البدن من لون القزحية في العين، وهورمونات، وتباين الأنسجة ... الخ (جلبي،

٢٠٠٠م، ١٣١ ـ ١٣٢). وبعبارة أخرى فإن الشفرة الوراثية كامنة في تتابع النيوكليوتيدات على سلسلة جزئ الحمض النووي DNA.

والشرط الثاني الواجب توافره في المادة الوراثية هو أن يكون لها القدرة على التكاثر والتضاعف والانتقال بدقة وبصورة ثابتة من سلالة إلى أخرى ومن جيل لآخر. والحلزون المزدوج للحمض DNA عبارة عن نظام يضمن مضاعفته ذاتياً بحيث ينتج مثيله تماماً. وتبدأ عملية التكاثر (نسخ صور طبق الأصل) بانفكاك السلسلتين الثنائيتين عند أحد الطرفين، ثم تجذب القواعد النيتروجينية المتصلة بكل من السلسلتين ما يوافقها من قواعد النيوكليوتيدات الحرة الموجودة داخل الخلية وتترتب بشكل يتلائم مع تسلسل القواعد في السلسلة الأصلية، ويتم ربطها معاً بواسطة إنزيمات رابطة خاصة. ويستمر الانفكاك ويزداد نمو السلسلة الناتجة إلى أن ينتهي الأمر بتكوين جزيئين متماثلين من الحمض النووي DNA (الحنيطي: ١٩٩٩م). ويُمكن حدوث ذلك خارج الجسم البشري، وهذه فكرة تقنية نسخ الجينات.

والشرط الثالث الواجب توافره في المادة الوراثية هو التعبير عن المعلومات الوراثية وذلك عن طريق تحكمها في تكوين جزيئات بيولوجية أخرى، وبالتالي خلايا وكائنات حية تضمن استمرار النوع. وتتابع النيوكليوتيد في جزيئ DNA يُترجم إلى تتابع من الأحماض الأمينية في بروتين ما، ومجموعة النيوكليوتيدات التي تحدد بروتيناً واحداً معيناً يمكن اعتبارها جين واحد. ثم تُستنسخ الجينات إلى حمض نووي رايبوزي مرسال يشترك في عملية تخليق البروتينات (تضاعف DNA نسخ RNA ترجمة بروتين).

أما الشرط الرابع فهو قدرة المادة الوراثية على التغير من حين لآخر،

وذلك إما عن طريق الطفرة (Mutation) أو عن طريق إنتاج التراكيب الجديدة (Recombinations). وتحدث الطفرة في جزء DNA عن طريق حدوث تعديل طفيف في تتابع النيوكليوتيد، مما يؤدي إلى حدوث تغيير في المعلومات الوراثية المحمولة في جزيئ DNA، وبالتالي حدوث تغيير في جزء ما من بناء الخلية. ويتم ذلك نتيجة تعويض قاعدة نيتروجينية بأخرى أو حذف أو تكرار جزء من تسلسل القواعد النيتروجينية في الجين.

## ٢ . ٢ . ٢ الحمض النووي RNA:

هو الحمض النووي الرايبوزي، والحروف RNA هي اختصار للاسم العلمي Ribo _Nucleic Acid ويوجد منه ثلاثة أنواع أساسية هي: -

١ - الحمض النووي الرايبوزي الناقل (tRNA): وهو أصغر جزيئات الحمض النووي RNA، ووزنه الجزيئي يتراوح ما بين ٢٥٠٠٠ إلى ٣٠٠٠٠ دالتون، ويمثل حوالي ١٥ - ١٨٪ من الكمية الكلية لهذا الحمض النووي وخاصة في الخلايا سريعة النمو. وتقتصر وظيفته على حمل الأحماض الأمينية إلى الريبوسومات حيث تُصنع البروتينات (Klug & Cummings,1986).

٢ - الحمض النووي الرايبوزي المرسال (mRNA): ويمثل ٢٪ من محتويات الحمض النووي RNA بالخلية، ووزنه الجزيئي حوالي خمسة ملايين دالتون. ويعتبر القالب لتصنيع كل بروتينات الخلية، وله دور بالغ الأهمية في ترجمة رموز الشفرة الوراثية الموجودة في جزيئ DNA (Montgomery et al: 1990).

٣ - الحمض النووي الرايبوزي الرايبوسومي (rRNA): ويمثل ٨٠٪ من

الكمية الكلية لهذا الحمض النووي، ويوجد بالريبوسومات، وله دور في عملية تصنيع البروتين. ويُعتبر من أكبر جزيئات الحمض النووي RNA على العموم (Russell,1987).

| الحمض النووي DNA | الحمض النووي RNA |
| --- | --- |
| ١ ـ عبارة عن سلسلتين ثنائيتين | ١ ـ وحيد السلسلة. |
| ٢ ـ السكر الخماسي منقوص الأوكسجين عبارة عن 2-deoxyribose ، ذرة الكربون رقم ٢ يوجد عليها ذرة هيدروجين. | ٢ ـ السكر الخماسي هو D-ribos وذرة الكربون رقم ٢ يوجد عليها مجموعة هيدوكسيل. |
| ٢ ـ القواعد النتيروجينية عبارة عن قواعد بيورين: أدينين ـ جوانين، وقواعد بيريميدين: ـ سيتوسين ـ ثيامين. | ٣ـ القواعد النيتروجينية عبارة عن قواعد بيورين: ادينين ـ جوانين وقواعد بيريميدين: سيتوسين ـ يوراسيل. |
| ٤ ـ يكون بشكل أساسي داخل النواة وبشكل خاص خارج النواة بالسيتوبلازم في الميتوكوندريا. | ٤ ـ يوجد بالسيتوبلازم والنواة والنوية. |

وتركيب هذا الحمض النووي هو نفس تركيب الحمض النووي DNA ولكن يختلف الحمض النووي RNA عن الحمض النووي DNA في نوع السكر الخماسي حيث يكون D-ribose، وكذلك في قاعدة من القواعد النيتروجينية وهي قواعد البيريميدين حيث تتكون من سيتوسين ويوراسيل Uracile. ومن أهم الاختلافات التركيبية أن الحمض النووي RNA يتكون من شريط واحد منفرد بينما يوجد الحمض النووي DNA بهيئة حلزون مزدوج. وأن كمية البيورين تساوي كمية البيربمدين في الحمض DNA بينما لا يوجد توزيع معين للقواعد في الحمض RNA.

## ٢ . ٣ الأساس العلمي للبصمة الوراثية

تبدي كل العوامل الوراثية التقليدية كفصائل الدم والإنزيمات والبروتينات . . . الخ تكرارات خاصة بين الناس، ففصائل الدم مثلاً توجد بتكرارات مختلفة هي: A, B, AB, O. وفي الجنس القوقازي توجد فصيلة الدم B بنسبة ١٠٪ تقريباً بين الناس. ولو أن نوع الجين موجود بنسبة ١٠٪ بين الناس فهذا معناه أن العينة المرفوعة من مسرح الحادث وعينة المتهم تشتركان في نفس المادة الوراثية بنسبة ١٠٪، وعلى ذلك فالنتائج ليست لها دلالة. أما إذا كان النمط الجيني يوجد في واحد فقط لكل مليون شخص مثلاً فإن نتائج تحليل عينة مسرح الحادث وعينة المتهم ستكون لها دلالة إحصائية كبيرة. ومن الشائع في تحليل العينات المرتبطة بالجرائم اختبار أكثر من علامة مختلفة، وبالتالي زيادة دلالة النتائج.

والحمض النووي DNA يبدي تكراراً خاصاً بين الناس عند مواقع معينة ويظهر اختلافاً يسمح بالتمييز بين الناس. وحوالي ٩٩,٥٪ من DNA يكون

متماثل عند كل الناس - وهذا ما يجعلنا كائنات إنسانية - أما النصف في المائة الباقية فهي التي تهم العلماء في مجال الطب الشرعي والتحقيقات الجنائية، حيث أن هذا الجزء يختلف بدرجة عالية في تكرار الأزواج القاعدية بين الأفراد، ولقد استفاد العلماء من خاصية تغيير ترتيب تلك القواعد النيتروجينية على طول الحمض النووي DNA في إثبات أن لكل شخص حمضاً نووياً DNA يختلف عن غيره من الناس. وقد يتشابه عدد من الناس في الأنماط الجينية لبعض الجينات ولكن لا يمكن أن يشترك شخصان في الأنماط الجينية لجميع الجينات.

وقد اكتشف العالمان الإنجليزيان «روى وايت، واليك جيفري» في عام ١٩٨٤م أن تكرار تسلسل أو تتابع مناطق من القواعد النيتروجينية المكونة لجزئ الحمض النووي DNA يختلف من شخص إلى آخر في الجزء غير الجيني من الكروموسوم، حيث أن عددها مليارات على كل شريط من هذا الحمض النووي (يوجد حوالي ٣ × ١٠^٩ نيوكليوتيد في الحمض النووي DNA لكل زوج كروموسومي). ووجدوا أن احتمال تطابق تسلسل تلك القواعد في شخصين غير وارد، ولا يتطابق هذا التسلسل في إنسان مع أي إنسان آخر على وجه الأرض إلا في حالات التوائم السيامية المتطابقة والتي أصلها بويضة واحدة وحيوان منوي واحد (Gill & Werrett,1997). ولهذا أطلق على تسلسل القواعد النيتروجينية في جزء من الحمض النووي DNA اسم بصمة الحمض النووي DNA Fingerprinting أو البصمة الوراثية وفي أحياناً أخرى البصمة الجينية (Genetic Fingerprinting). وحالياً اعتبرت هذه التسمية خاطئة ويطلق على ذلك DNA Typing أو DNA Profiling، إلا أنه لشيوع مصطلح البصمة الوراثية فسوف نستخدمه أحيانا.

وهذا الاختلاف في التسلسل غالباً لا يظهر نفسه في المظهر الخارجي للجسد ولا يرى بالعين المجردة لأنه يلتف حول بعضه حتى يصبح واحداً على المليون من المتر أو أقل من ذلك (الحبشي والمنصوري: ١٩٩٣م)، ولذلك يجب فحصه باستخدام تقنيات معملية خاصة ويُمكن إظهاره على فيلم حساس للأشعة السينية حيث يظهر في شكل خطوط لا يمكن أن تتطابق أبداً في شخصين. فقد وجد أن فرصة وجود نفس التسلسل في شخصين لا تربطهما صلة قرابة هي واحد لكل مليون بليون شخص، بينما تصبح هذه النسبة أقل بكثير بين الأشقاء (Ross & Harding, 1989).

والبصمة الوراثية في جميع خلايا الجسم للشخص الواحد متطابقة، ومعنى ذلك أن البصمة الوراثية من خلايا كرات الدم البيضاء متطابقة مع بصمة وراثية من أي خلية في أي جزء آخر من الجسم مثل الشعر والجلد والعظام، ومتطابقة أيضاً مع بصمة من أي سائل من سوائل الجسم مثل اللعاب والسائل المنوي والمخاط ونقط العرق والبول.

ويوجد نوعان من الاختلاف في DNA بين الناس هما: التتابع متعدد الأشكال (Sequence Polymorphisms) أي الاختلاف في تتابع الأزواج القاعدية عند موقع معين، والطول متعدد الأشكال (Length Polymorphisms) أي اختلاف في طول جزء من الحمض النووي DNA بين نهايتين محددتين. وقد تم معرفة جميع المواقع في DNA التي تُظهر اختلافاً شديداً بين الناس لوجود ألائل عديدة لنفس الجين، وعندما تبدي هذه المواقع مئات الاختلافات تسمى Hypervariable Polymorphisms.

وببساطة فإن التتابع متعدد الأشكال يُشبه الاختلاف في هجاء نفس الكلمة في اللغة الإنجليزية البريطانية والأمريكية، فكلمة analyse هي analyze، لكن هناك اختلاف في الهجاء عند الحرف السادس من الكلمة. وهذا مثل جزءين من DNA ثنائي السلسلة هما مثلاً :

AGATCAATCG AGCTCAATCG

TCTAGTTAGC TCGAGTTAGC

هذان الجزءان لهما نفس الطول ويُمكن إدراك أن أياً منهما مثل الآخر، ولكنهما يُبديان اختلافاً بسيطاً في تتابع الأزواج القاعدية عند القاعدة الثالثة من اليسار.

أما الطول متعدد الأشكال فيُمكن تشبيهه بالقطار الذي يجهز ليتسع لأعداد مختلفة من شاحنات السكة الحديدية بحيث أن المحرك والشاحنة الأخيرة يحددان نهايتي القطار، والطول الكلي للقطار يختلف تبعاً لعدد الشاحنات الموصلة بينهما في أي وقت. وكل شاحنة تمثل جزءاً صغيراً من DNA يحتوي على نفس تتابع الأزواج القاعدية. والشكل التالي مثال لثلاث شاحنات أو بالمصطلح الوراثي ثلاثة تتابعات متكررة ومترابطة من DNA تسمى الأنماط المتكررة Tandem Repeats، والموقع الذي يُبدى اختلافاً في عدد الأنماط المتكررة يُسمى Variable Number Tandem Repeats (VNTR) Locus.

AGCTCAATCG-AGCTCAATCG-AGCTCAATCG

TCGAGTTAGC- TCGAGTTAGC- TCGAGTTAGC

ويُمكن فحص نوعي الاختلاف في DNA في المعامل الجنائية بواسطة

تقنيات مختلفة مثل تقنية (PCR)، (RFLP). وتتم تلك التقنيات بواسطة إنزيمات خاصة حيث أن أي تفاعل كيميائي حيوي سواء داخل جسم الإنسان أو خارجه لا يتم إلا بوجود إنزيمات (أحصنة الشغل في عالم البيولوجيا). والإنزيمات أساساً عبارة عن بروتين ولديها القدرة على تحفيز تكون العناصر الكيميائية الأخرى أو تحليلها. وتوجد في المعامل إنزيمات مختلفة منها ما يُستخدم لتحطيم الخلايا ومنها ما يقوم بتصنيع DNA. وتسمى الإنزيمات التي تحفز إضافة عناصر (Polymerases) ومثال ذلك (Taq Polymerase)، وهي التي توجه إضافة النيوكليوتيدات في حالة مضاعفة DNA بواسطة (PCR). ويملك هذا الإنزيم خاصية غير عادية وهي مقاومته للحرارة الشديدة مع استمرار نشاطه في تلك الظروف.

أما الإنزيمات التي تحلل DNA إلى أجزاء صغيرة فتسمى (Restriction Enzymes)، وهذه الإنزيمات موجودة أصلاً في الطبيعة لحماية البكتريا من الغزو الفيروسي. وتفعل ذلك بتمييز تتابعات صغيرة خاصة في DNA الفيروس ثم تقوم بتقطيعه عند كل المواقع الموجود فيها هذه التتابعات. وفي نفس الوقت فإن DNA البكتريا يكون محميا من التقطيع إلى أجزاء صغيرة بآلية كيميائية آخرى(Inman & Rudin 1997).

وقد قام علماء البيولوجيا الجزيئية بعزل هذه الإنزيمات لاستخداماتهم الخاصة، حيث أنها تقوم أيضاً بتقطيع DNA البشري بنفس طريقة تقطيع DNA الفيروس. والفائدة العظيمة من هذه الإنزيمات هي أنها في الظروف المناسبة تقوم دائماً بتقطيع DNA عند مواقع يكون فيها تتابع الأزواج القاعدية مميزاً. فمثلاً الإنزيم (HaeIII) يقطع جزيء DNA ثنائي السلسلة عند أي موقع تتابع أزواجه القاعدية هي CCGG، ودائما يقطع بين G و C. معنى ذلك أن أي جينوم خاص يُمكن تقطيعه إلى أجزاء لها نفس العدد

ونفس الحجم، وأن عدد وحجم أجزاء DNA سيكون مختلفاً بين الناس. وتستخدم هذه الإنزيمات في المعامل الجنائية للحصول على أجزاء متعددة الأشكال من DNA في تقنية (RFLP). وبمقارنة حجم وعدد تلك الأجزاء في العينة المرفوعة من مسرح الحادث أو المجنى عليه مع عينة المشتبه فيه يُمكن إثبات أنه مصدر تلك العينة بطريقة دقيقة. والإنزيم المستخدم غالباً في الولايات المتحدة الأمريكية هو (HaeIII)، أما في أوربا فمعظم المعامل الجنائية تستخدم إنزيم (Hin fI). ويجب ملاحظة أن هذه الإنزيمات تعمل داخل الجسم في وسط خاص جداً وعندما يتم عزلها لإجراء تفاعلات في أنبوبة اختبار فإنه من الضروري تهيئة الوسط المناسب لها وإلا فسوف يتوقف نشاطها.

# الفصل الثالث

# تقنيات الحمض النووي DNA

# تقنيات الحمض النووي DNA

## ٣ . ١ أنواع العينات التي يمكن فحصها

يوجد الحمض النووي DNA في منطقة صغيرة جداً في الخلية تسمى النواة، وتحتوي خلايا جميع سوائل الجسم مثل الدم والمني واللعاب، وأنسجته مثل جذور الشعر والعظام والجلد وجميع الأعضاء الداخلية على نواة . وبالرغم من أن خلايا كريات الدم الحمراء ليست بها نواة إلا أن خلايا كريات الدم البيضاء تحتوي على نواة وعليه يمكن فحص الدم بسهولة جداً عن الحمض النووي DNA . ويُعتبر السائل المنوي مصدراً مهماً لأغراض كشف جرائم الاغتصاب، ويتوافر الحمض النووي DNA بشكل رئيسي في رؤوس الحيوانات المنوية . كما أن اللعاب الرطب أو الجاف يحتوي على مواد خلوية تحتوي على الحمض النووي DNA ويُمكن استخلاصه من كميات قليلة من اللعاب التي قد تكون موجودة على الجلد الآدمي (نتيجة العض أو التقبيل أو اللعق) أو أعقاب السجائر أو طوابع البريد أو العلكه (Sweet et al, 1996) . كما يمكن استخلاص DNA من كل عينات الإفرازات الأنفية (المخاط) التي قد توجد على الأشياء مثل الملابس الخاصة بطفل مفقود أو المناديل الموجودة بمسرح الجريمة والمستعملة من قبل الجاني (Tahir et al, 1995) .

والأنسجة بجميع أنواعها مثل الخلايا الجلدية وغيرها تحتوى على نوى يُمكن منها استخلاص DNA، وحيث أن الخلايا الموجودة في الطبقة الخارجية للجلد تحتوي على نوى قليلة جداً (أو قد لا تحتوي عليها) فإن

ذلك يجعل من الصعب أن يحدث تلوث الأشياء بعينات تحتوي على DNA بمجرد لمس أو تداول الأشياء (Inman & Rudin 1997) .

والشعر مصدر مهم أيضاً، حيث يوجد معظم الحمض النووي DNA في بصيلة الشعر أي الجذر والخلايا الموجودة بالغلاف المحيط . ولكي يتم فحص الشعر عن وجود هذا الحمض النووي فإنه من الضروري عامة الحصول على عينات تحتوي على الجذور . ويحتوي جذر الشعر Root المنزوع حديثاً على حوالي ٥, ٠ ميكروجرام من DNA، بينما جذع الشعر Shaft لا يحتوي إلا على كمية قليلة جداً يصعب تحديد كميتها وحالتها . وبذلك يمكن استخلاص DNA من النواة والميتوكوندريا من جذر شعرة واحدة سواء متساقطة أو منزوعة حديثاً . أما جذع الشعر فيمكن استخلاص DNA الميتوكوندريا من عينة عبارة عن جذع شعرة واحدة بواسطة تقنية (PCR) (Higuchi et al: 1988) .

والإفرازات مثل البول والبراز والعرق ـ بحد ذاتها مصدر ضعيف للحمض DNA ولكن ربما تحتوي أو لا تحتوي على خلايا ذات نوى كافية لتحليل الحمض النووي منها ـ ويعتمد ذلك على الظروف الفردية . وقلامات الأظافر لا يمكن فحص الحمض النووي منها بواسطة الطرق المستخدمة حالياً، ولكن يُمكن أن تحتوي على خلايا جلدية وذلك عندما يخدش شخص ما بأظافره أحد الأشخاص بدرجة كافية يخرج معها الدم أو الأنسجة . وأحياناً توجد الخلايا الجلدية في الملابس مثل القفازات المستعملة في جرائم السرقة أو أغطية الرأس أو منطقة القميص الضاغطة على الذراع والتي قد تحتوى على خليط من العرق والخلايا الجلدية والتي يمكن منها فحص الحمض النووي DNA .

وأخيراً فإن العظام يمكن فحصها للحصول على الحمض النووي DNA، وأفضل العظام لذلك هي الأسنان (Inmam & Rudin,1977).

## ٣ . ٢ كمية العينة التي نحتاجها للفحص

تختلف كمية العينة التي نحتاجها للحصول على نتيجة مرضية في أي تقنية من تقنيات الحمض النووي DNA اختلافاً كبيراً من حالة لأخرى بصورة أساسية، فالعوامل البيئية وعامل الزمن تؤثر إلى حد كبير في نوعية وكمية الحمض النووي الموجود في العينة. فمثلاً لو أن لدينا حجماً معيناً من بقعة دم ظلت على صخرة في الصحراء لمدة عشر سنوات فسوف تعطي DNA أقل قابلية للفحص عن الحجم نفسه من بقعة دم أخرى أخذت من شخص على قطعة قطن في المعمل وجمدت مباشرة. على كل حال فإنه يمكن بصورة عامة تحديد الكمية المطلوبة للتحليل - بفرض أن العينة حديثة إلى حد ما وغير ملوثة - وعموماً فإن حجماً ضئيلاً من بقعة دم حديثة سوف يعطي كمية كافية من الحمض النووي DNA للحصول على تحليل قوي في تقنية RFLP، أما في تقنية PCR فإن ١/ ١٠ - ١/ ١٠٠ من حجم هذه البقعة يمكن أن يعطي نتائج حاسمة ومقنعة (Inman & Rudin, 1997).

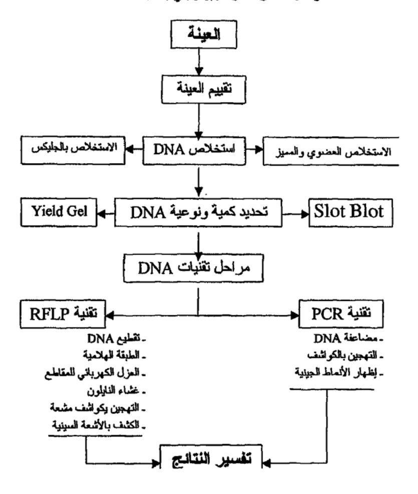
وتحتاج تقنية RFLP كمية DNA ميكروجراماً واحداً تقريباً في حالة الكواشف المتعددة ومئات النانوجرامات في حالة الكواشف الأحادية. كما تحتاج نوعية ممتازة من الحمض النووي DNA عن تقنية PCR لأن في تقنية RFLP يتم فقط فحص كمية الحمض النووي التي تم استخلاصه أساساً من العينة (Higuchi et al: 1988).

أما في تقنية PCR فيتم مضاعفة كمية الحمض النووي ملايين المرات

من الكمية المستخلصة أساساً من العينة وبذلك لا نحتاج إلا إلى كمية ضئيلة جداً لنبدأ بها (Inman & Rudin, 1997) .

كما أن نوع العينة يمكن أن يؤثر على الكمية المطلوبة للفحص : فمثلاً كمية السائل المنوي التي نحتاجها للفحص تكون أقل من كمية الدم للحصول على نتائج متساوية ، وذلك لأن تركيز خلايا الحيوانات المنوية في السائل المنوي أعلى بكثير من تركيز خلايا كرات الدم البيضاء بالدم . أما الأنواع الأخرى من العينات فتختلف الكمية اعتماداً على كثافة الخلايا التي بها نوى لكل عينة (Inman & Rudin,1997) .

**مراحل فحص الأثر البيولوجي بتقنية DNA**



## ٣ . ٣ تقييم العينة

من المفترض قبل البدء في تحليل العينة لتحديد نوع الحمض النووي DNA إجراء بعض الاختبارات المبدئية لتحديد نوع المادة البيولوجية الموجودة. فيتم أولاً معرفة هل الأثر بيولوجي أو غير بيولوجي، حيث أنه من غير المعقول إجراء اختبارات كاملة لتصنيف DNA ولا نحصل على أي نتائج كون الأثر غير بيولوجي ولا يحتوي على أي مادة وراثية. ويتم ذلك بفحص طبيعة الأثر بالعين المجردة أو بإجراء اختبارات اللون الأولية لمختلف سوائل الجسم البيولوجية مثل الدم والمني واللعاب. ويُمكن إجراؤها في المعمل أو حتى في مسرح الجريمة قبل جمع العينة.

وبعد معرفة أن العينة مادة بيولوجية خاصة، تُجرى اختبارات أولية أخرى وذلك لتحديد حالة DNA الموجود في العينة. هذه الاختبارات سوف تحدد نوعية وكمية DNA الآدمي الموجود بالعينة. إن اختبار (Yield Gel) سوف يُحدد كمية DNA، كما يوضح أيضاً مدى التحلل الحاصل في DNA. وكذلك يُمكن تحديد كمية DNA ومصدره بطريقة (SLOT BLOT).

إن تقييم الأثر لتحديد حالة DNA أي كميته ونوعيته له دور حاسم في اتخاذ القرار بشأن تحديد نوع التقنية التي سوف تستخدم لفحص DNA وتحقيق ذاتية الأثر، هل تخضع العينة لتقنية (RFLP) أو أن تقنية (PCR) هي الأفضل، حيث أنها تصلح للعينات الضئيلة جداً والمتحللة.

وبالإضافة إلى الاختبارات الأولية التي تُحدد كمية ونوعية DNA، فإن وجود الملوثات في العينة يدخل أيضاً في نطاق تقييم الأثر. حيث إن

كل شيء بدءاً من المادة الموجود عليها البقعة مثل القماش والأوراق والتراب والزجاج . . . الخ، إلى الكيماويات المضافة للمادة التي عليها البقعة سواء أُضيفت قبل تخلف الأثر أو أثنائه أو بعده مثل الزيوت والمنظفات والصودا والصابون . . . الخ، قد يكون له تأثير على استخلاص DNA أو مراحل فحصه.

وتوجد عدة طرق مختلفة تُستخدم لجعل كمية ونوعية DNA المستخلصة أفضل ما يُمكن، بشرط معرفة ظروف العينة لأنها ستحدد الطريقة المناسبة. فمثلاً الدنيم الأزرق «قماش قطني متين» يحتوي على صبغة تتحد مع DNA، وبذلك قد تمنع التصنيف الحصري في تقنية (RFLP) أو نسخ المادة الوراثية في تقنية (PCR). لذلك فإن فاحص العينة الموجودة على قماش الجينز الأزرق سوف يضع في اعتباره إجراء مرحلة تنقية لإزالة الصبغات حتى يُمكن تحليل العينة. كما أن التراب يحتوي على أنواع مختلفة من الكائنات الحية الدقيقة، وعليه فإن الأثر البيولوجي المرفوع من التراب سيكون عرضة للتحلل في فترة قصيرة، وفي نفس الوقت قد يحتوى على DNA غير آدمي. وعلى الفاحص الذي يواجه هذا الأثر معرفة كمية DNA الآدمي وغير الآدمي الموجود في الأثر، ومعرفة مدى التحلل الحاصل في DNA الآدمي. في هذه الحالة ـ وبغض النظر عن كمية العينة ـ فإن الفاحص سيكون مجبراً على استخدام تقنية (PCR) حيث أن DNA سيكون متحللاً بطريقة لا تسمح باستخدام تقنية (RFLP). لذلك فإن النقطة الهامة في تقييم الأثر هي اكتشاف الملوثات في العينة.

## ٣ . ٤ استخلاص الحمض النووي DNA

يجب استخلاص الحمض النووي Extraction of DNA من كافة الخلايا أو من أي مادة غير بيولوجية يوجد عليها الأثر البيولوجي بعناية ودقة، حيث أن أي مواد متبقية يمكن أن تعيق بعض مراحل الفحص التالية. فالإنزيمات المختلفة التي تعمل على DNA أثناء مراحل الفحص تحتاج إلى أوساط خاصة حتى تعمل بكفاءة عالية، ووجود أي مواد غريبة مع DNA قد تثبط عمل الإنزيمات أو تقلل من كفاءتها. كما أن بعض المواد الدخيلة تفكك جزئ DNA والذي يُمكن أن يستمر في الحدوث أثناء الفحص إلى أن تزال المادة الدخيلة، لذلك فمن الأفضل دائما تنقية DNA بسرعة من أي مواد غريبة كلما أمكن ذلك. وتختلف مرحلة استخلاص أو عزل DNA إلى حد ما تبعاً لنوع الأثر البيولوجي المطلوب تحليله (دماً، منياً، لعاباً، شعراً . . . الخ)، وكمية الأثر البيولوجي (والتي تؤثر أيضاً على نوع التقنية التي تُستخدم لاحقاً)، وأخيراً نوع الخلايا الموجودة (خلايا ظهارية epithelial cells أو خلايا منوية). وكما ذكرنا سابقاً يُمكن معرفة هذه العوامل من خلال فحص الأثر بالعين المجردة، أو الفحص المجهري، أو الاختبارات المبدئية. ومن طرق استخلاص DNA ما يلي: -

### ١ - الاستخلاص الكُلابي (استخلاص الجيلكس) chelex extraction:

وهي طريقة بسيطة وسريعة وتستخدم في حالة ما إذا كانت العينة ضئيلة جداً، على سبيل المثال بقعة ضئيلة جداً من الدم يصعب رؤيتها أو شعرة واحدة. وتتم بتسخين العينة لدرجة الغليان لمدة عشرة دقائق في محلول يحتوي على حبيبات بلورية صغيرة جداً من مادة كيماوية تسمى chelex، وهي عبارة عن مادة صمغية كُلابية (الراتنج) لها قابلية عالية

للأيونات الفلزية متعددة التكافؤ . ويؤدي الغليان إلى تحطيم (كسر الغشاء الخلوي) الخلايا محرراً DNA، بينما تمسك تلك المادة الكيماوية المواد الأخرى الدخيلة والتي قد تتدخل في مراحل الفحص اللاحقة مثل أيونات الماغنسيوم اللازمة لعمل الإنزيمات التي تحلل DNA إلى جزيئات صغيرة يصعب بعد ذلك فحصها (Sweet el al: 1996) .

ثم تزال الحبيبات ومعها معظم العناصر التي لا تحتوي على DNA بواسطة الطرد المركزي، ثم تفصل المواد المترسبة وبذلك يتبقى DNA بمفرده (الحنيطي : ١٩٩٩م) . وهذه الطريقة تفصل سلسلتي الحلزون المزدوج في جزئ DNA، لذلك فهي طريقة خاصة لاستخلاصه من العينات الضئيلة جداً المتوقع تحليلها بواسطة تقنية (PCR)، لأن DNA يجب أن يكون ثنائي السلسلة لإجراء تقنية (RFLP) . أما تقنية (PCR) فيمكن إجراؤها سواء كان الحمض النووي DNA أحادي السلسلة أو ثنائي السلسلة (Walsh et al: 1991) .

٢ ـ الاستخلاص العضوي Organic (phenol- chloroform) Extraction:

وهي طريقة عامة تستخدم في معظم الحالات، وتتميز بأنها تبقي جزيء DNA في أجزاء كبيرة، كما تنقيه من المواد الدخيلة بصورة أكثر دقة عن طريقة استخلاص الجيلكس إلا أنها تأخذ وقتاً أطول، وهي مكلفة والمواد الكيميائية المستخدمة فيها خطرة وسامة (Sweet et al1996) . وتتحدد نوعية الاستخلاص العضوي تبعاً لوجود أو غياب المني، سواء مفرداً أو مع أنواع أخرى من الخلايا . فخلايا المني قوية وصعبة التحطيم عن الخلايا الدموية واللعابية والمهبلية، لذلك تحتاج إلى كيماويات إضافية لتحطيمها (Yoshida et al: 1995) .

ففي حالة عدم وجود خلايا منوية - ويمكن معرفة ذلك بالفحص المجهري للعينة أو من طبيعة العينة أو بإجراء اختبار الفوسفاتاز الحمضي - تجرى عملية الاستخلاص العضوي البسيط Simple Organic Extraction . ويتم ذلك بنقع العينة - إذا كانت قطعة قماش مثلاً بعد تقطيعها إلى أجزاء صغيرة - في محلول متعادل دافئ فتحرر بذلك الخلايا من المادة الموجود عليها البقعة. ثم يؤخذ جزء من العينة في أنبوبة الطرد المركزي ويضاف إليه محلول التحطيم (Lysis Solution) ومحلول إنزيم البروتنيز (Proteinase K) وتوضع الأنبوبة في فرن التسخين لمدة ساعتين على درجة حرارة ٦٥° أو يترك خلال الليل في الفرن على درجة حرارة ٥٥° وباستخدام هذا الخليط الكيميائي والحرارة الهادئة يتم تحطيم الخلايا فيتحرر DNA، ويعمل إنزيم البروتنيز على تثبيط الإنزيمات المحللة للحمض النووي DNA (الحنيطي، ١٩٩٩م). بعد ذلك يتم عزل DNA من أي عناصر أخرى باستخدام مذيبات عضوية مختلفة (محلول الفينول كلوروفورم)، ومن هنا سميت بالاستخلاص العضوي أو استخلاص الفينول كلوروفورم. وأخيراً يتم تنقية DNA وتركيزه بواسطة مرشحات خاصة أو بعملية الترسيب بمحلول الكحول الإثيلي المبرد تركيزه ٩٥٪، وبذلك نحصل على مستخلص مناسب من DNA يمكن تحليله بواسطة كل من تقنية (RFLP) وتقنية (PCR).

أما في حالة العينات المختلطة مثل المسحات المهبلية (الآثار المنوية المختلطة بالإفرازات المهبلية) في جرائم الاغتصاب، والتي تشتمل على خلايا منوية مختلطة مع أنواع أخرى من الخلايا المهبلية غالباً ما تكون خلايا ظهارية، فتجرى عملية الاستخلاص العضوي المميز Differential Organic Extraction . وحيث إن معظم الخلايا الموجودة في الآثار البيولوجية

المتعلقة بالجرائم تقع في فئة الخلايا الظهارية والتي تشمل الخلايا اللعابية والجلدية والفمية والمهبلية وكذلك التي توجد في البول والبراز، فقد استغل العلماء الاختلاف في خواص تلك الخلايا عن الخلايا المنوية في فصلها عن بعضها البعض قبل عزل DNA حيث أن جدران الخلايا المنوية تقاوم إلى حد ما عملية التحطيم (Ross & Harding:1989). وهذه نقطة هامة حيث أنها تمكننا من تحليل خلايا الضحية والمتهم ومقارنة النتائج بصورة منفصلة. وتتم تلك العملية بنقع المادة في محلول متعادل لتحرير الخلايا المنوية والظهارية، ثم توضع العينة في أحد الأنظمة الكيماوية التي تحطم الخلايا الظهارية فقط، بينما تظل الخلايا المنوية سليمة. ثم يؤخذ جزء من السائل بما يحتويه من خلايا ظهارية ويوضع في أنبوبة اختبار ليستخلص منه DNA بنفس عملية الاستخلاص العضوي السابقة. بعد ذلك تعالج العينة ببعض المواد الكيماوية الإضافية (DTT & Proteinase K) لتساعد على إزالة الخلايا المنوية من المادة وأيضاً لتحطيمها وتحرير DNA. وبمجرد تحرره من الخلايا المنوية يتم استخلاصه أيضاً بنفس عملية الاستخلاص العضوي لباقي العينات الأخرى (Yoshida et al: 1995).

وفي بعض الأحيان وبسبب طبيعة وظروف العينة فإن فصل DNA للخلايا الظهارية والمنوية لا يتم بصورة كاملة، حيث أن بعض الخلايا المنوية قد تنفجر قبل التعامل مع العينة محررة DNA. وبما أن طريقة فصل الخلايا تعتمد أساساً على كون الخلايا المنوية سليمة، فإن DNA المتحرر مسبقاً من الخلايا المنوية قد نجده في جزء السائل الموجود فيه الخلايا الظهارية. كما أننا قد نجد أيضاً DNA المتحرر من الخلايا الظهارية في جزء السائل الموجود فيه الخلايا المنوية (Inman & Rudin:1997).

## ٣ . ٥ تحديد نوعية DNA وكميته

كما سبق ذكره فإن تحديد كمية DNA الموجود في العينة ونوعيته (آدمي أو غير آدمي ومدى التفكك الحاصل لجزيئاته) يدخل في نطاق تقييم الأثر قبل إجراء أي تحليل للحمض النووي DNA. ففي تقنية (RFLP) تعتمد النتيجة النهائية للتحليل على وجود DNA في شكل أجزاء كبيرة نسبياً تسمى «أجزاء عالية الوزن الجزيئي»، وعلى استخدام نفس الكمية من DNA الآدمي ذو الوزن الجزيئي العالي لكل عينة، وهذه يُشار إليها بـ«توازن العينات».

كما أن تحديد كمية DNA ضروري أيضاً لحساب مقدار الإنزيم الحصري Restriction Enzyme الذي يُضاف إلى كل تفاعل، وهذه نقطة هامة أخرى في تأمين الحصول على نتائج جيدة. أما في تقنية (PCR) فإن بدء التحليل بجزء صغير ليس له تأثير على النتيجة النهائية، بالرغم من أنه يجب أن يكون جزء DNA أطول من المنطقة المحددة بالكواشف الأولية (Erlich: 1998).

ويعتمد تقييم نوعية وكمية DNA على حجم ونوعية العينة الأساسية، وكذلك على الطريقة التي تم بها استخلاصه. فلو أن العينة متحللة أو ضئيلة جداً، يؤخذ جزء صغير ويُقيم على (slot blot). ولو تم استخلاص DNA بطريقة الجيلكس والتي تفصل سلسلتي الحلزون المزدوج للـDNA إلى سلاسل أحادية، فإنه يُقيم فقط على (slot blot).

أما إذا كانت العينة كبيرة ومتوقعاً أن نحصل منها على DNA بحالة جيدة وكمية كافية، تُستخدم طريقة yield gel لتقدير كمية DNA، وهي طريقة تحتاج إلى DNA ثنائي السلسلة وكمية كبيرة لتعطي نتائج

(Inman & Rudin 1997) . كما يمكن استخدام slot blot و yield gel معا ، وبذلك نحصل على ميزة إضافية وهي تحديد نسبة DNA الآدمي بالمقارنة مع DNA غير الآدمي والذي مصدره البكتريا أو الفطريات .

كما يُمكن أحياناً إجراء southern blot على yield gel ، ويُعامل الغشاء بنفس المسابر الآدمية الخاصة المُستخدمة في slot blot . وهذه الطريقة تحدد نسبة DNA الآدمي في العينة . وهناك طريقة أخرى بدأت في المعامل ذات الإمكانيات المادية العالية وتستخدم للتحليل وتقدير الكمية ، وهي العزل الكهربائي الشعري capillary electrophoresis . ومن مميزاتها أنها تحدد أطوال أجزاء DNA بدقة وحساسية كبيرة في العينات الضئيلة جداً ، لكنها مثل yield gel لا تفرق بين DNA الآدمي عن باقي الأنواع الأخرى . (Klevan et al: 1995)

## ٣ . ٦ أنواع تقنيات الحمض النووي DNA

يُطبق في معظم المختبرات الجنائية على مستوى العالم نوعان من تقنيات الحمض النووي DNA هما تقنية حصر (تقطيع) الأجزاء متعددة الأشكال (RFLP) ، وتقنية نسخ الجينات (PCR) ، وإن كانت الأخيرة هي الأكثر استخداماً الآن وخاصة تقنية نسخ الأنماط القصيرة المترددة (STRs) . وسوف نعطي فكرة مبسطة عن تلك التقنيات ومراحلها دون التطرق إلى تفاصيلها الفنية الدقيقة .

### ٣ . ٦ . ١ تقنية حصر الأجزاء متعددة الأشكال:(RFLP) Restriction Fragment Length Polymorphism

تُعتبر هذه التقنية من أقدم التقنيات الخاصة بالحمض النووي

DNAوالمُستخدمة في مجال الطب الشرعي والتحقيقات الجنائية. ويرجع الفضل في اكتشاف هذه الطريقة إلى عالم الوراثة الشهير الدكتور «إليك جيفري» الذي يعمل بقسم الوراثة بجامعة ليستر في إنجلترا في عام ١٩٨٥م (Knight:1997). وذلك عندما كان يقوم بعمل بحث عن جين المايوجلوبين (myoglobin gene)، حيث لاحظ بجانب هذا الجين وجود سلسلة من القواعد النيتروجينية تتألف من ٣٣ قاعدة نيتروجينية تتكرر عدة مرات على طول مقطع معين من الحمض النووي DNA .

كما لاحظ هذا العالم أن هذه الخاصية لا توجد فقط بجانب جين المايوجلوبين ولكنها أيضاً توجد في أماكن أخرى على طول الحمض النووي DNA بل وفي أكثر من كروموسوم. وعندما قام بفحص نفس ذلك الموقع في عينة أخذت من شخص آخر وجد أن هذه السلسلة من القواعد النيتروجينية تختلف في عدد التكرار، وبالتالي فإن الأجزاء المقطوعة تختلف في عدد القواعد (العتيبي، ١٤٢٠هـ). بناءاً على ذلك أثبت أن لكل شخص بصمته الوراثية الخاصة به والتي تميزه عن غيره من الناس. وببساطة فإن فكرة هذه التقنية تعتمد على تحديد الاختلاف في طول (حجم) أجزاء معينة من الحمض النووي DNA بعد تقطيعه إلى قطع مختلفة الحجم بواسطة الإنزيم الحصري، حيث يحدد حجم كل جزء ثم تقارن أحجام جميع الأجزاء (Budowle et al:1990).

## مراحل عمل تقنية حصر الأجزاء مُتعددة الأشكال RFLP:

١ ـ استخلاص الحمض النووي DNA من العينات بطريقة الاستخلاص العضوي كما سبق ذكره.

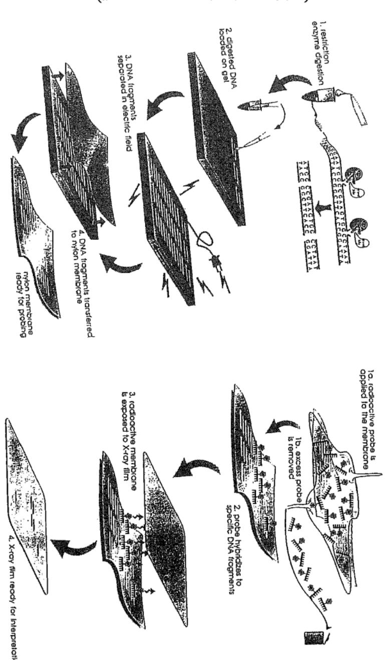
٢ـ تحديد نوعية وكمية الحمض النووي DNA كما سبق ذكره. مع ملاحظة أن اتخاذ القرار بشأن إجراء هذه التقنية يكون بعد معرفة أن العينة تحتوي على DNA آدمي عالي الوزن الجزيئي، وبذلك نضمن نجاح عملية الفحص.

٣ـ عزل الأجزاء أو المقاطع المعينة من الحمض النووي DNA، ويعتمد عزل تلك المقاطع الوراثية على وضع إنزيم خاص هو restriction enzyme. وهذا الإنزيم يعمل كزوج من المقصات الجينية تقطع الحمض النووي DNA عند مواقع معينة وخاصة جداً، وهذه المواقع كما ذكرنا سابقاً عبارة عن سلسلة من الحمض النووي DNA تتكون من ترتيب محدد من القواعد النيتروجينية متكررة على مدى هذا الجزء المقطوع. وهذه المقاطع يُمكن أن تختلف في الطول عند موقع واحد (مكان واحد في الكروموسوم) أو عند عدة مواقع (أماكن أخرى في نفس الكروموسوم أو الكروموسومات المختلفة). أي تختلف في كل كروموسوم عن الآخر، كما تختلف في الكروموسوم نفسه من شخص لآخر (العتيبي: ١٤٢٠هـ). وتختلف تلك المقاطع حسب الإنزيم المُستخدم، ويوجد منه نوعان شائعان هما: Hin fI، Hae III. ودائما يقطع إنزيم Hae III جزيء DNA عند السلسلة « 3`..GGCC... 5`» بين GC، ويتراوح طول تلك المقاطع بين ٥٠٠ إلى ٢٢٠٠٠ زوج قاعدي تقريباً (شكل رقم: ١٣).

## الشكل رقم (١٣)

## مراحل عمل تقنية حصر الأجزاء متعددة الأشكالRFLP

(From Inman & Rudin1997)



ويتم ذلك بحساب كميات DNA والإنزيم والعناصر الأخرى بعناية، ثم يُخلط الإنزيم مع DNA في أنبوبة اختبار صغيرة وتوضع في حاضنة عبارة عن حمام دافئ طوال الليل. ومن المهم قطع كل المواقع الخاصة وعدم ترك بعضها بدون قطع، ويُحدد ذلك بإزالة الأجزاء الصغيرة من العينة ومقارنتها بعينة قياسية غير مقطوعة أو مقطوعة بالكامل من DNA على طبقة هلامية (جل).

فلو حدث وثبت أن القطع غير كامل أي جزئياً، يُمكن إعادة خطوات خاصة في عملية الاستخلاص لتنقية العينة من المواد الدخيلة التي تمنع الإنزيم من العمل بكفاءة، ثم توضع كمية أخرى من الإنزيم. وبذلك نضمن اكتمال التفاعل وعدم ترك أي أجزاء بدون قطع. عند هذه النقطة، فإن كل ما نراه عبارة عن سائل غير ملون في أنبوبة غير ملونة.

٤ ـ وضع المحلول المحتوي على الحمض النووي DNA المقطوع على طبقة هلامية (gel) تسمى agarose، بعد إضافة صبغة زرقاء إلى المحلول. وتوضع كل عينة في فراغها المُعد مسبقاً على الطبقة الهلامية كخطوة مبدئية لفصل أجزاء DNA تبعاً للحجم.

٥ ـ عزل المقاطع بواسطة أجهزة العزل الكهربائي electrophoresis، بتوصيل مجال كهربائي إلى الطبقة الهلامية. وحيث إن DNA يحمل شحنات سالبة فإن كل أجزائه تندفع نحو القطب الموجب، لذلك توضع الطبقة الهلامية بحيث تكون النهاية التي يُحمل منها DNA عند الطرف الموجب للدائرة الكهربية. والعنصر الرئيس في هذه الخطوة أن الطبقة الهلامية

مليئة بالفتحات المجهرية الدقيقة لتمر خلالها أجزاء DNA إلى نهاية الطبقة اعتماداً على أوزانها الجزيئية. فتمر الأجزاء الصغيرة الحجم بسهولة خلال هذه الفتحات وتندفع بسرعة إلى القطب الموجب، وتكون أول من يصل إلى قاع الطبقة. أما الأجزاء الكبيرة فتندفع ببطء، وبذلك تترتب جميع قطع DNA حسب حجمها بحيث تكون الأجزاء الصغيرة في أسفل بعيدة عن نقطة الأصل والأجزاء الكبيرة في الأعلى قريبة من نقطة البداية (Weatheral:1991).

وعند هذه النقطة أيضاً فإن DNA لا يزال غير مرئي بالعين المجردة. وفي بعض الأحيان تُنقع الطبقة الهلامية في صبغة ethidium bromide، حيث تلتصق مع DNA وتجعله مرئيا بصورة مؤقتة بواسطة الأشعة فوق البنفسجية فتُظهر كل أجزاء DNA مثل المسحة ولكن لا يُمكن التميز بينهم، وذلك يؤكد أن العينات قد حملت على الطبقة الهلامية، وأن تلك الخطوة قد تمت كما هو متوقع.

٦ ـ نقل الحمض النووي DNA من الطبقة الهلامية إلى غشاء نايلون، وذلك لكشف الأجزاء الخاصة متعددة الأشكال ذات الفائدة في المقارنة. ويتم ذلك بنقع الطبقة الهلامية في مادة كيماوية قاعدية تُسبب فصل سلسلتي الحلزون المزدوج للحمض إلى سلاسل أحادية. ثم توضع قطعة من غشاء النايلون على الطبقة الهلامية وعليها طبقة من مادة ماصة تسمح بسحب السائل من الطبقة الهلامية ومعه أجزاء DNA، وهذه تُشبه تماماً فكرة إزالة بقعة رطبة بواسطة اسفنجة. وعندما تجد أجزاء DNA أحادية السلسلة غشاء النايلون تلتصق به، وبذلك تُنقل إليه بصورة نهائية، وتسمى هذه العملية لطخة سازرن Southern blotting.

٧ ـ تهجين Hybridization الحمض النووي DNA مع كواشف خاصة تسمى مجسات أو مسابر probes مميزة بطرف شعاعي، تحت تدابير احترازية قصوى Stringency Conditions. ففي الظروف غير المناسبة قد لا يحدث تهجين أو يكون التهجين أقل دقة حيث أن بعض أجزاء DNA قد تلتصق معاً حتى ولو كانت غير مكملة لبعضها (Inman & Rudin 1997).

وهذه المسابر تستطيع تمييز تلك المقاطع المعزولة حيث أن لكل موقع كاشف خاص، فهي عبارة عن أزواج قاعدية مكملة لكشف الاختلافات الجينية. فقد صممت هذه الكواشف لتضاهي بصورة دقيقة الأماكن المميزة متعددة الأشكال في الجينوم البشري. وبذلك فإن سلاسل DNA الأحادية التي تنطبق تماما مع الكواشف تتحد معها وتكون سلاسل مزدوجة مرة أخرى. ويتم غسل أي أجزاء من الكواشف الزائدة غير المتحدة للتخلص منها ويتبقى منها فقط المتحد مع DNA (الحنيطي: ١٩٩٩م). وتنقسم الكواشف إلى: كواشف أحادية Single Locus Probe وهي التي تحدد موقع واحد فقط، وكواشف متعددة Multi Locus Probe وهي التي تحدد عدة مواقع. وكانت هذه المسابر تُصنَّع أولاً بعزل أجزاء صغيرة من DNA ومضاعفتها باستخدام كائنات حية دقيقة وحالياً تصنع أجزاء من DNA معروفة التتابع في المعامل.

٨ ـ تعريض الغشاء النايلون لأفلام أشعة سينية لإظهار مقاطع الحمض النووي DNA، حيث تظهر الأجزاء المقطوعة في الصورة واضحة جداً في شكل خطوط Bars مرتبة من أعلى إلى أسفل، تختلف في الطول

والمسافة بينها من شخص لآخر، وتأخذ نتائج هذه التقنية نمطاً يُشبه لوح الأرقام في المتاجر Supermarket bar code. وكل قطعة من الفيلم تُسمى صورة إشعاعية ذاتية autorad اختصاراً لكلمة autoradiograph. وعموماً يتم كشف نطاقين (Two bands) في كل مسار عينة، لأن الأليل المختلف Heterozygous عادة يورث من كلا الوالدين. أما إذا كان الشخص متماثل الأليل Homozygous (ورث نفس الطول للأليل من كلا الأبوين) في موقع معين، فإنه يتم كشف نطاق واحد فقط في الصور الإشعاعية.

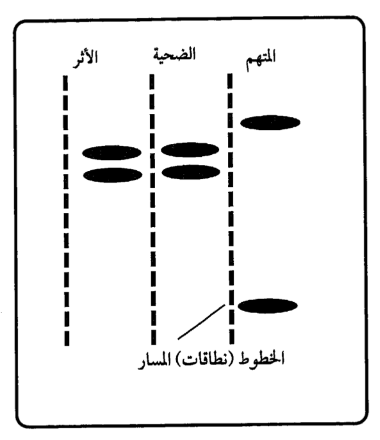
وفي مجال الطب الشرعي والتحقيقات الجنائية تُختار عدة مواقع تحتوي على أعداد مختلفة من الوحدات المتكررة الموجودة غالباً بين مقطعين من مقاطع الإنزيم، وبذلك ينتج أجزاء مختلفة الأحجام من DNA. ويتم حالياً بنجاح تحليل خمسة إلى ستة مواقع على الأقل، وبذلك يتم كشف عشرة إلى أثني عشر نطاقاً في النهاية، أي واحد أو أثنين نطاق في كل مسار ولكل كاشف يكشف موقع مختلف. وبمجرد تسجيل معلومات الكاشف رقم (١) تتم إزالته بواسطة رفع درجة الحرارة واستعمال محلول خاص لهذا الغرض (الحنيطي: ١٩٩٩م). ويُعرض الغشاء النايلوني إلى الكاشف التالي في المتتالية. وبعد كشف وتسجيل معلومات الكاشف رقم (٢) تكرر العملية للكواشف (٣) و (٤) . . . الخ. وتسجيل ما يظهر بالصور الإشعاعية الناتجة من تعريض الفيلم لكل كاشف هي النتائج الخاصة بالفحص المخبري، حيث يُقارن نطاق المواقع من مسار إلى مسار لمعرفة الأنماط المتماثلة. ويُمكن تقدير ذلك من مواقع المجموعة المعيارية التي تشمل قطع DNA ذات أحجام معروفة أي عدد القواعد النيتروجينية فيها معلوم.

وتخضع العينات المتماثلة بالنظر للتصوير والتحليل بالكومبيوتر لحساب أحجام النطاق في كل مسار.

فإذا نظرنا إلى نتائج عينتين في الصور الإشعاعية، يُمكن مقارنة نمط الخطوط وتحديد ما إذا كانت العينتان من مصدرين مختلفين أم من مصدر واحد (شكل ١٤). وهذه التقنية لا تزال الأفضل في معرفة أن العينة تحتوي على DNA من أكثر من شخص، لأنه يُمكن كشف المشاركين في العينة بوضوح في النتائج النهائية. وحيث أن تقنية حصر الأجزاء متعددة الأشكال (RFLP) تحتاج إلى كمية كبيرة ونوعية جيدة غير متحللة من DNA، وأن الآثار البيولوجية المرفوعة من عناصر الجريمة غالباً ما تكون متحللة وكميتها ضئيلة، لذا فإن تلك التقنية تكون أحياناً غير مناسبة. ومن الضروري التأكيد على أنه يوجد اختلاف بسيط في إجراء تلك التقنية بين معامل DNA المختلفة، وأحد هذه الاختلافات يكون في الإنزيم (المقص الجزيئي) المُستخدم لقطع DNA. وعندما تستخدم إنزيمات مختلفة يتم تحليل مواقع مختلفة أيضاً، وبالتالي الحصول على بيانات إضافية أخرى. كما أنه لو تم تحليل نفس الموقع من DNA بواسطة إنزيمات مختلفة، فإن البيانات الأولية تكون غير متماثلة في البداية لاختلاف أحجام الأجزاء الناتجة من تقطيع DNA. وعلى كل حال فإن النتيجة النهائية للأنماط المتماثلة أو غير المتماثلة بين العينات ستكون واحدة بغض النظر عن نوع الإنزيم المستخدم.

الشكل رقم (١٤)

صورة إشعاعية لنتائج تقنية حصر الأجزاء مُتعددة الأشكال RFLP




حيث تظهر نتيجة كل عينة في مسار رأسي وتُفسر النتائج بمقارنة أنماط الخطوط بين مسار كل عينة

## ٣ . ٦ . ٢ تقنية نسخ الجينات: (التفاعل البوليمريزي المتسلسل لمضاعفة جين معين) Polymerase Chain Reaction (PCR) Amplification

هي تقنية عامة لمضاعفة مقطع خاص ذي أهمية (جين معين) من الحمض النووي DNA في عينة ما، وتسمى تقنية مضاعفة الحمض النووي أو تقنية نسخ الجينات Molecular Xeroxing . اكتشف العالم «كاري

ميلوس» هذه التقنية عام ١٩٨٦م، حيث اعتبرت من الابتكارات الجديدة ولذا فقد حاز على أثرها جائزة نوبل للكيميـاء في عام ١٩٩٣ م (Inman & Rudin:1997). وقد أدى اختراع هذه التقنية إلى تطـور العمـل في جميع مختبرات الهندسة الوراثية، وكذلك المختبرات الجنائية.

وبهذه الطريقة يمكن الحصول على نتائج ومعلومات من العينات غير الصـالحة للتحليل - كماً وكيفاً إما لضآلة حجمها أو لتحللها - بواسـطة تقنية (RFLP). كما فتحت تقنية نسخ الجينات الباب أمام العلماء لنسخ جينات معينة ودراستها وكشف أنماطها الجينية بغرض زيادة عملـية التمييز بين الأشخاص. حيث أنه كلما زاد عدد الجينات المختلفة التي يتم فحصها ومقارنتها كلما زادت قوة التمييز بين شخص وآخر (العتيبي، ١٤٢٠هـ).

وفكرة هذه التقنية مبنية على قدرة التفاعل البولمريزي المتسلسل على مضاعفة جزء محدد من DNA بصورة طبق الأصل ملايين المرات، ويعتمـد ذلك على إنزيـم Taq Polymerase (مفتاح التفاعـل المتسلسل المستخدم لمضاعفة DNA).

كما أن تتابع القواعد المضافة لتجعل سلسلة أحادية من DNA سلسلة ثنائية يتحدد تماماً بالتتابع الموجود بالسلسلة الأصلية. فإذا انفصلت سلسلتا الحلزون عن بعضهما، فإن بوسع كل سلسلة بمفردها أن تنشأ روابط هيدروجينية مع قواعد طليقة (سلاسل صناعية) بطريقة تكاملية بالنسبة لكل سلسلة. فكل سلسلة تعمل كقالب تتكون عليه سلسلة مقابلة، بحيث أن تتابع النيوكليوتيد في السلسلتين الجديدتين سيكون مكملاً للتتابع الأصلي. وبذلك سيتكون حلزونان مزدوجان يحتوي كل منهما على سلسلة أصلية تقابلها سلسلة جديدة، وفي نفس الوقت فإن كل واحد من

الحلزونين المزدوجين الجديدين سوف يكون مماثلاً تماماً للحلزون المزدوج الأصلي. فالحمض النووي DNA يُشبه السحاب للثوب أو البنطال أي من طرفين متكاملين تماماً، ويكفي أن نرفع درجة الحرارة إلى ما دون الغليان (٩٥ْ) كي تنفك سلسلتا الحمض النووي عن بعضهما البعض. فإذا هبطت درجة الحرارة إلى (٥٥ْ) وبواسطة خميرة خاصة (التي تشبه القطعة التي تلم طرفي السحاب وتبدأ الغلق والفتح) يُمكن مضاعفة كل سلسلة، أي إيجاد طرف المرآة المقابل والمكمل. فإذا ارتفعت الحرارة من جديد إلى (٩٥ْ) انفك الحمض النووي، وهكذا ما بين رفع درجة الحرارة وخفضها يحصل الانفكاك والمضاعفة, وهذا يعني أن قطعة نسيج ولو كانت خلية واحدة أو شعرة واحدة أو بقايا دم أو لطخة سائل منوي ضئيلة تكفي أي منها لمضاعفتها بواسطة (PCR) إلى مليارات النسخ فيما لو أردنا (جلبي: ٢٠٠٠م). وبصفة عامة فإن عينات DNA الضئيلة جداً والمتحللة التي يتم تحليلها بواسطة تقنية (PCR) لا تصلح للتحليل بتقنية (RFLP)، كما أن مقاطع DNA الناتجة بواسطة الإنزيم المستخدم في (RFLP) كبيرة جداً لدرجة لا تصلح مضاعفتها بتقنية (PCR) (Blake et al: 1992).

والنظم المستخدمة الآن في تحليل العينات الجنائية بواسطة تقنية (PCR) تشمل مواقع قليلة، وكل موقع يوضح بعض الاختلافات الفردية البسيطة. لذلك فإن قوة التمييز (Power of discrimination) في هذه التقنية أقل من تقنية (RFLP)، وبذلك يُمكن القول حالياً بأن فرصة بيان أن عينتين من مصدرين مختلفين أقل في (PCR) عن (RFLP). إلا أن هذه الحقيقة قابلة للتغيير في المستقبل القريب نتيجة إضافة مواقع جديدة.

ومن المواقع التي يتم فحصها في المعامل الجنائية للعينات المرتبطة بالجرائم بتقنية (PCR) ما يلي :-

**١- HLADQA1/HLADQ α:**

يعد أول الأنظمة المُتاحة لمضاعفة DNA بواسطة (PCR) في مجال الطب الشرعي والتحقيقات الجنائية هو نظام HLADQα (Human Leukocyte Antigen)، وهذا هو الاسم القديم للموقع وما يزال يستخدم ليُشير إلى نظام التصنيف الأساسي. ونظراً لإعادة تنظيم وتسمية بعض الجينات من قبل علماء الوراثة فإن موقع HLADQ α يُشير الآن إلى HLADQA1 الذي يرمز أيضاً إلى النظام الجديد المُحسن لتحليل العينات الجنائية في هذا الموقع.

وتوجد أربعة ألائل رئيسية هي (DQA 1, 2,3,4)، وينقسم الأليل (١) والأليل (٤) إلى ثلاثة ألائل ثانوية هي (DQA 1.1, 1.2, 1.3, & DQA 4.1, 4.2, 4.3)، وبالتالي فإن الإجمالي هو٨ ألائل (Blake et al: 1992). ويكمن نوع الاختلاف الموجود في هذا الموقع في تسلسل DNA، فبعض قواعده توضح اختلافاً بين الناس. وهذا الاختلاف يُمكن الكشف عنه باستخدام مسابر جزيئية خاصة مصممة لتكون مكملة لمناطق خاصة ثانوية بهذا الموقع. وتستطيع هذه المسابر كشف ستة ألائل شائعة في موقع HLADQ α، وبالتالي يُمكنها تحديد ٢١ نمطاً جينياً (عدد الأنماط الجينية يساوي عدد الأليل x «عدد الأليل + ١ » : ٢). وحيث أن موقعاً واحداً فقط ذا اختلاف محدود هو الذي يتم فحصه في هذا النظام فإن قوة التمييز ليست كبيرة كما في تقنية (RFLP). والميزة الأساسية في هذا النظام هو أنه قادر على فحص العينات الضئيلة جداً بالإضافة إلى سرعة الفحص.

أما في نظام HLADQA1 فإنه يتم أيضاً الكشف عن الأنواع الثانوية للأليل (٤)، وهذا يؤدي إلى أن إجمالي الأنماط الجينية التي يمكن الكشف عنها في هذا النظام هو ٤٢ نمطاً جينياً، وبالتالي زيادة قوة التمييز إلى حد ما. وتظهر النتائج النهائية في صورة سلسلة من النقاط الزرقاء على شرائح تشبه الورق (Inman & Rudin:1997). وبمقارنة نمط تلك النقاط بين الشرائح المُصنفة يُمكن تحديد أن العينتين من مصدر واحد أم من مصدرين مختلفين.

**٢ ـ Amplitype PM[6] :**

يُعرف هذا النظام عامة بـ «Polymarker» أي مجموعة الجينات متعدد المعالم، وهو مجرد امتداد للتقنية المستخدمة في نظام HLADQ α لزيادة قوة التمييز، وفي نفس الوقت الاحتفاظ بكل مميزات تقنية (PCR). وفي هذا النظام يمكن فحص معالم Markers متعددة عند مواقع مختلفة في وقت واحد هي: LDLR, GYPA, HBGG, D7S8, GC. ولكل موقع أليلين أو ثلاثة ألائل، لذلك فإن هذه المعالم تحتوي على اختلافات فردية محدودة كما هو في نظام HLADQ α. لكن النتيجة المشتركة لهذا النظام ونظام HLADQA1 تؤدي إلى زيادة قوة التمييز إلى حد بعيد. فقوة تمييز هذا النظام هي ١ : ٢٠٠، أي أنه لكل ٢٠٠ . مقارنة بين شخصين يتم اختيارهم عشوائياً هناك حوالي ١٩٩ زوجاً لهم أنواع مختلفة من مجموعة الجينات متعددة المعالم، وأن زوج واحد فقط سيكون لديه نفس النوع. وإضافة نظام HLADQA1 إلى هذا النظام يزيد قوة التمييز إلى ١ : ٢٠٠٠. أما سلبيات هذا الاختبار فهي صعوبة تفسير النتائج الناشئة عن العينات المختلطة، أي التي تحتوي على DNA من أكثر من شخص. وكما هو الحال

في نظام HLADQ α فإن النتيجة النهائية تظهر في صورة سلسلة من النقاط الزرقاء، ومقارنة نمط تلك النقاط بين الشرائح المصنفة يُحدد مصدر العينة، وهل هي من مصدر واحد أو من مصدرين مختلفين.

**٣ ـ DIS80:**

يعد من أحدث أنظمة تقنية (PCR) المستخدمة في المعامل الجنائية، وهذا الموقع في DNA يتم فحصه بطريقة مماثلة لتقنية (RFLP). لكن الاختلاف الموجود في هذا الموقع هو في طول جزء DNA المحدد بعدد الأنماط المترددة (VNTR)، حيث يكون أصغر عن الجزء الذي يتم تحليله بتقنية (RFLP). ونظراً لصغر حجم هذا الجزء نوعاً ما فإنه من الممكن مضاعفته بسهولة بواسطة تقنية (PCR). لذلك يُطلق عليه في المعامل الجنائية اسم «مضاعفة الأجزاء متعددة الأشكال» Amplified Fragment Length Polymorphism واختصارها AFLPs أو AMFLPs أو AMP-FLPs. ففي تقنية (RFLP) يتم التعامل مع كل DNA وتكشف المناطق الهامة بواسطة مسابر جزيئية خاصة، أما في هذا النظام فإن المناطق المحددة بجهاز نسخ الجينات هي التي يتم تحليلها بعد تنقيتها من الأجزاء الأخرى، لذلك لا توجد مسابر خاصة لإظهار تلك المناطق. ويظهر الموقع كألائل منفصلة ومتميزة يُمكن مقارنتها مباشرة مع مسطرة قياسية توجد على نفس الطبقة الهلامية وتشتمل على كل الألائل المحتملة وتسمى «السلم الأليلي ـ Allelic Ladder». وعادة تستخدم صبغة الفضة لكشف DNA وتظهر النتيجة النهائية بصورة مشابهة لتقنية (RFLP) إلى حد كبير.

ويبلغ طول كل وحدة متكررة في موقع DIS 80 حوالي ١٦ زوجاً قاعدياً (16 bP) ما عدا الوحدة المتكررة الأولى حيث يبلغ طولها ١٤

زوجاً قاعدياً. وعدد الوحدات المتكررة يختلف ما بين ١٤ ـ ١٤ وحدة، وبذلك فإن هذا الموقع يُعطي أجزاء DNA تشمل مئات الأزواج القاعدية. لذلك فإن فحص هذا الموقع له مــميزات تقنية (PCR) ـ خاصة ميزة تحليل العينات ضئيلة الحجم ورديئة النوعية ـ بالإضافة إلى ميزة قوة التمييز الكبيرة لتقنية (RFLP) لاعتمادها على الاختلاف الكبير والواضح في أطوال أجزاء DNA. وحيث أن موقع واحد فقط هو الذي يتم فحصه في هذا النظام فإن قوة التمييز ليست عالية مثل (RFLP).

كما أن هذا الموقع يحتوي على أليلين شائعين بين كثير من الناس في بعض الجنسيات، ووجودهما في العينات يقلل من قوة نظام DIS 80 (Inman & Rudin:1997).

### ٤ ـ STRs:

اكتشف العلماء أن هناك أجزاء من الحمض النووي DNA لا تحمل شفرات تسمى الأنماط القصيرة المتكررة «Short Tandem Repeats»، بها تباين بين الأفراد حيث تحتوي على اختلافات من شخص لآخر. فإذا استعمل خمسة مسابر لجزء معين منها يُمكن أن تميز أي فرد عن بقية جميع البشر، وهي تستعمل حالياً في المعامل الجنائية لتحديد المجرم من خلال آثاره البيولوجية المتخلفة في مسرح الجريمة أو على المجنى عليه، وهي أفضل من الطرق السابقة (مجذوب، ١٩٩٤). وهذا النظام مشابه لنظام DIS 80، إلا أن الوحدات المتكررة أقصر طولاً، حيث تظهر مواقع STRكألائل منفصلة ومتميزة يُمكن مقارنتها مباشرة مع السلم الأليلي الموجود على نفس طبقة الجل، وعليه فإن عملية الفحص والمقارنة تكون أسهل ما يمكن. والمواقع المختارة في هذا النظام لتحليل العينات الجنائية لديها وحدة ذو نمط

متكرر من ٢ـ٦ أزواج قاعدية (Di Maio & Dana: 1998)، تكرر بضع مرات إلى ١٢ مرة أو أكثر بقليل، وعدد الألائل الموجودة بين البشر يختلف ما بين ٥ـ٢٠ أليلاً حسب الموقع. وبذلك فإن حجم أجزاء DNA الناتجة من مضاعفة مواقع STR يبلغ حوالي مئات الأزواج القاعدية فقط، بينما حجم أجزاء (RFLP) آلاف الأزواج القاعدية (Inman & Rudin:1997). وهذا يجعل من اختبار STRs لتحليل العينات المتحللة والذي يوجد فيها DNA بأجزاء صغيرة الاختبار النموذجي. وبالرغم من أن عدد الألائل قليل (أي أن الموقع يشتمل على اختلافات فردية متوسطة) إلا أنه يوجد الكثير من تلك المواقع ويُمكن تحليلها في وقت واحد. وفي هذه النقطة فإن الأنماط القصيرة المتكررة تُشبه تقنية (RFLP)، لكن تختلف عنها في أنه يُمكن إجراء الفحص لمواقع مختلفة كثيرة في نفس الوقت وفي نفس أنبوبة الاختبار، مما يؤدي إلى توفير الوقت والمواد، والأهم توفير العينة.

وحيث أن الجينوم البشري يحتوي على مواقع STR يمكن اختيارها بحرية، لذا فإنه يتم اختيار مواقع يكون فيها توزيع الألائل بين الناس مختلفاً بصورة معقولة، وهذه ميزة ليست موجودة في موقع DIS 80 . ويمكن كشف موقع STR ـ كما هو في موقع DIS 80 وفحصه يدوياً باستخدام صبغة الفضة. كما أن هناك عدة أنظمة متطورة أخرى يستخدم فيها التفلور Fluorescence لكشف النطاقات. هذا التفلور يمكن كشفه تلقائياً بسهولة، مما يسهل عملية التحليل التالية وتخزين البيانات. ومن سلبيات التفلور النفقات الباهظة بسبب استخدام أجهزة معقدة. وقد بدأت المحاكم في قبول نتائج تقنية STR لتحليل الآثار البيولوجية في المعامل الجنائية منذ فترة قصيرة سواء تمت يدوياً أو آلياً.

## ٥ ـ GENDER ID أو الجنس:

من المفيد في الطب الشرعي والتحقيقات الجنائية معرفة هل العينة المتعلقة بالجرائم تنتمي لذكر أو لأنثي، وبهذا يُمكن استبعاد ٥٠٪ من الأشخاص المشتبه فيهم. وقد وجد أن موقع Amelogenin المتطابق مع جين لب السن يوضح اختلافاً في الطول بين الجنسين. فأحد مناطق الجين «الجهة اليسرى» في الأنثى يحتوي على جزء صغير «٦ أزواج قاعدية» من DNA، وعند مضاعفته بواسطة تقنية نسخ الجينات يظهر قصيراً. وحيث أن الأنثى تحتوي على (XX) كروموسوم فإنه سوف يظهر نطاق واحد فقط، أما الذكر فلديه (XY) كروموسوم ولذلك سوف يظهر نطاقين أحدهما له نفس حجم نطاق الأنثى والآخر أكبر قليلاً. وفي بعض الأنظمة يتم فحص المنطقة الكبرى من الكروموسوم الجنسي «الجهة اليمنى»، فنحصل على نتيجة مختلفة، فيوضح الذكر نطاقين لكن النطاق الأصغر يكون من (Y) كروموسوم.

وميزة هذا النظام عن الأنظمة الأخرى التي تحدد الجنس أن صيغة الجين في كل من الذكر والأنثى يتم كشفها ومقارنتها. كما أننا لا نحتاج إلى عينات أخرى لإجراء هذا التحليل، إذ أن فحص هذا الموقع يُلحق غالباً بنظام (PCR) آخر مثل نظام DQ α أو STR. وهناك العديد من الكواشف المختلفة المُتاحة تجارياً حيث يختار منها الفاحص ما يناسب كل عينة.

## ٦ ـ Mitochondrial mtDNA :

أو الحمض النووي DNA الموجود في جسيمات الطاقة (الميتوكوندريا):
تكمن الغالبية العظمى من المادة الوراثية للجينوم البشري في نواة كل خليه،

وكل الأنظمة السابق ذكرها تتعامل مع مواقع موجودة في DNA النواة. لكن هناك بعض المقادير الضئيلة الإضافية من المادة الوراثية موجودة في عناصر الخلية الأخرى خاصة الميتوكوندريا التي تتم فيها عمليات تنفس الخلية. فالميتوكوندريا في الخلية البشرية تحتوي على حلقة مستقلة من DNA، والجينوم الموجود في الميتوكوندريا حوالي ١٦٥٦٩ زوجاً قاعدياً. ويحتوي DNA الميتوكوندريا على منطقة قياسية تسمى D–Loopعالية التنوع، وبها حوالي ١١٠٠ زوج قاعـدي. ويوجد جزءان داخل هذه المنطقة يتغير تكرارهما بدرجة عالية جداً، على الأقل أكثر من٥ ـ ١٠ مرات مقارنة بـ DNA النواة. وهذا التغير الكبير في التكرار يجعل من هذه المنطقة موقعاً جذاباً لاستخدامه في العلوم الجنائية للتعرف على الأفراد. وقد وجد أن نسبة اختلاف DNA الميتوكوندريا بين الأفراد غير الأقارب حوالي ١ ـ ٣, ٢٪، بمعنى أن لكل ١٠٠ نيوكليوتيد يوجد ١ ـ ٢ نيوكليوتيد مختلف. وبعبارة أخرى فإن تتابع DNA الميتوكوندريا يختلف بشـدة بين الأفراد غير الأقارب (Handt et all:1996).

وهنـاك خاصية فريدة أخرى تتعلق بنمط توارث DNA الميتوكوندريا، حيث يورث فقط من الأم، بينما DNA النواة يورث بنسبة متساوية من كلا الأبوين. وحيث أن خلية البويضة أكبر بكثير من خلية الحيوان المنوي التي يخصبها، فإن الزيجوت (البويضة المخصبة) يكتسب كل عضيات الخلية من الأم. هذا بالإضافة إلى أن ميتوكوندريا خلية الحيوان المنوي موجودة في منطقة بين رأس الحيوان المنوي وذيله، ولأن الرأس المحتوية على النواة هي التي تدخل فقط خلية البويضة فإن الذيل المشتمل على الميتوكوندريا لا يندمج داخل الزيجوت. وبناء على طريقة الإخصاب هذه فإن المادة الوراثية في الميتوكوندريا تورث فقط من خلية بويضة الأم. معنى ذلك أن DNA

الميتوكوندريا في شخص ما لا يُمكن أن يكون مختلف الأليل أو يظهر نوعان مختلفان من الأليل . وهذه خاصية مفيدة في تتبع أثر العائلات ، حيث أن تسلسل DNA الميتوكوندريا في شخص ما سيكون متماثل مع أقارب الأم . (Blake et al: 1992)

وحيث أن حجم DNA الميتوكوندريا صغير نسبياً بالمقارنة إلى DNA النواة ، كما يوجد العديد من الميتوكوندريا في الخلية الواحدة ، فإنه يمكن تصنيفه من العينات الصغيرة والقديمة جداً أو أي عينات لا تعطي نتائج مع الأنظمة السابق ذكرها . وبذلك يكون من الأفضل الاحتفاظ به للحالات التي لا يجدي فيها فحص DNA النواة بسبب كميته الضئيلة أو نوعيته الرديئة المتحللة ، وبذلك يكون آخر DNA يُمكن فحصه في العينة . وقد أثبتت الأبحاث نجاح فحص DNA الميتوكوندريا من الخلايا الميتة في جذع الشعر وكذلك في العظام والأسنان والتي مضى عليها آلاف السنين (:handt et al 1992) وحاليا فإن القليل من المعامل الجنائية لديها الإمكانيات اللازمة لفحص DNA الميتوكوندريا . وتتابع النيوكليوتيد الكامل ١٦٥٦٩ زوجاً قاعدياً) هو مرجع الفرد ، وتتم كل المقارنات بالنسبة إلى هذا التتابع الذي يسمى تتابع Anderson .

## مراحل عمل تقنية نسخ الجينات PCR :

١ - استخلاص الحمض النووي DNA من العينات إما بواسطة chelex أو organic extraction ، حيث أن أي طريقة مناسبة لتلك التقنية

٢ - تحديد الحمض النووي DNA كماً وكيفاً ويتم بواسطة slot blot أو yield gel أو capillary electrophoresis .

٣ـ مضاعفة الحمض النووي DNA في ثلاث خطوات رئيسية يتم تكرارها، وتبدأ الدورة الأولى كما يلي:

الخطوة الأولى: Denaturation (المسخ) أي فقد الحمض النووي DNA طبيعته الخاصة وذلك بفصل سلسلة الحمض النووي DNA الثنائية إلى سلسلة أحادية بواسطة الحرارة العالية (٩٥°). حيث أن الحرارة تقوم بكسر الروابط الهيدروجينية التي تربط الأزواج القاعدية المكملة معاً (Wenham: 1992). وبذلك فإن كل سلسلة أحادية يُمكن أن تستخدم كقالب لتصنيع سلسلة جديدة.

الخطوة الثانية: Annealing (التقوية) وتشمل التصاق سلسلة صناعية من الحمض النووي DNA تسمى Primer على كل سلسلة من الحمض النووي الأحادية بخفض درجة الحرارة إلى (٥٥°) في وجود إنزيم خاص مقاوم للحرارة يسمى Taq Polymerase. وبالمقارنة مع الإنزيم الحصري المستخدم في تقنية (RFLP) فإن هذا الإنزيم لا يقطع DNA إلى أجزاء ولكنه يضاعفه أو ينسخه ملايين المرات. والسلسة الصناعية تشبه الكواشف المستخدمة في (RFLP)، وهي عبارة عن أجزاء صناعية قصيرة من DNA (يكون حجمها عادة ما بين ١٨ ـ ٣٠ قاعدة) مطابقة ومتممة للمواقع المحددة بالأزواج القاعدية.

الخطوة الثالثة: Extension وتشمل التصاق القواعد النيتروجينية ببعضها على طول السلسة الأحادية لتخليق سلسلتين جديدتين وذلك برفع درجة الحرارة إلى (٧٢°) لتحفيز عملية البلمرة. ويستخدم لإتمام عملية النسخ جهاز يسمى Thermal Cycler. فلو أن القاعدة

التالية في سلسلة DNA الأصلية هي A فسوف تتزاوج فقط مع T، لذلك فإن الإنزيم يجذب T حرة من القواعد الأحادية ويضيفها إلى السلسلة الجديدة، أي أن السلسلة الجديدة تصنع قاعدة بقاعدة مع تتابع مكمل للقالب الأصلي. وبذلك يتم مضاعفة الجزء الهام المطلوب تحليله.

ويتم تكرار الخطوات الثلاثة مرات عديدة وذلك برفع درجة الحرارة مرة ثانية إلى (٩٥ْ) مما يؤدي إلى فصل السلسلتين المتكونتين، ثم تخفض درجة الحرارة إلى (٥٥ْ) للسماح بالتصاق السلسلة الصناعية بالسلسلة المتكونة، ثم ترفع درجة الحرارة إلى (٧٢ْ) لتحفيز عملية البلمرة. وفي كل مرة تتضاعف عدد نسخ DNA إلى أن تصل ملايين النسخ وتكون مماثلة تماماً للمصدر، ولهذا سميت هذه العملية Molecular Xeroxing (شكل ١٥). وعند هذه النقطة فإن العينة تكون سائل عديم اللون في أنبوبة عديمة اللون. وأحياناً يتم تقييم تفاعل (PCR) وذلك بأخذ جزء صغير من العينة على طبقة هلامية. ففي حالة توقف الإنزيم عن العمل لأي سبب، فإن عملية المضاعفة تتوقف ولا يُمكن كشف أي نطاقات على الطبقة الهلامية. في هذه الحالة يُمكن إعادة خطوات خاصة في عملية الاستخلاص لتنقية العينة من أي مواد تُثبط أو تمنع عمل الإنزيم بكفاءة.

## الشكل رقم (١٥)

## تقنية مضاعفة الحمض النووي DNA بواسطة PCR

## ٤ ـ عملية إظهار النتائج:

لكل مجموعة جينات معينة يتم فحصها بهذه التقنية طريقة خاصة لإظهار نتائجها، واعتماداً على نوع الاختلاف في DNA الخاضع للفحص فإن نتاج تفاعلات PCR يتم تحليله بطريقتين: فالتسلسل متعدد الأشكال (DQA1, Polymarker – DQ α) يكتشف بواسطة عملية التهجين أو أحياناً بالتحليل التتابعي المباشر، أما الطول متعدد الأشكال (DIS80, STRs, GENDER ID) فيتم كشفه غالباً باستخدام عمليات مختلفة تشبه عملية الطبقة الهلامية المستخدمة في تقنية (RFLP) . (Blake et al: 1992)

- تطبيق تقنية نسخ الجينات في تحديد أنماط جين HLA DQ α : ويتم ذلك بواسطة طريقة (Reverse Dot Blot)، وتعتمد هذه الطريقة على التهجين بكواشف خاصة لكل جين تُسمى: Allelic Specific Oligonucleotide ASO أو Sequence Specific Oligonucleotide SSO، توضع على أشرطة تسمى Strips (العتيبي: ١٤٢٠هـ).
- تطبيق تقنية نسخ الجينات في تحديد أنماط مجموعة جينات الـ (Polymarker) ويُستخدم في إظهار أنماط تلك الجينات نفس طريقة ASO . وتظهر نتائج جين HLA DQ α وجينات (Polymarker) في صورة سلسلة من النقاط الزرقاء على أشرطة خاصة (شكل ١٦ , ١٧ ).
- تطبيق تقنية نسخ الجينات في تحديد أنماط (STRs) : وهذه المواقع تتميز بوجود قواعد نيتروجينية متكررة يتراوح عددها من ٢ إلى ٦ تتكرر على طول الجين (شكل ١٨). وبعد نسخها يتم تحديد أنماطها الجينية عن طريق أجهزة خاصة مثل جهاز (377 DNA Sequencer) أو جهاز ( 3/0 DNA

Sequencer) . وتتميز هذه الأجهزة الحديثة بقدرتها الكبيرة على إظهار الأنماط الجينية لعدد من الجينات في وقت واحد (العتيبي : ١٤٢٠هـ) .

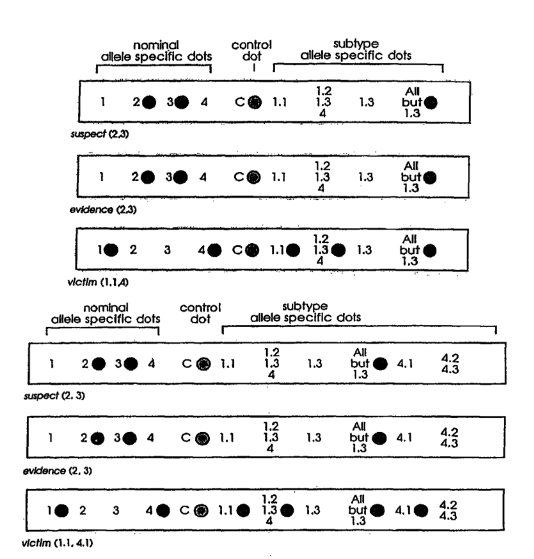
## الجدول رقم (١)

### يوضح مواقع جينات HLADQA1 ومجموعة جينات الـ Polymarkers في الكروموسومات وحجمها وأنماطها الجينية

| إسم الجين | مختصر الإسم | الكروموسوم | الحجم | عدد الأشكال | أنواعه الرئيسية |
|---|---|---|---|---|---|
| Human leukocyte Antigens | HLA DQ | ٦ | ٢٤٢ | ٢١ | ١ , ٢ , ٣ , ٤ |
| Low dinsity lipoprotein | LDLP | ١٩ | ٢١٤ | ٣ | A , B |
| Glyco phorin A | GYPA | ٤ | ١٩٠ | ٣ | A , B أو M, N |
| HABta globin Gama globin | HBGG | ١١ | ١٧٢ | ٦ | A , B , c |
| D7S8 | D7S8 | ٧ | ١٥١ | ٣ | A , B |
| Group specific componant | GC | ٤ | ١٣٨ | ٦ | A , B , C أو 2,1F,1s |

## الشكل رقم (١٦)

## صورة تُمثل نتائج موقع HLADQA1 بواسطة تقنية نسخ الجينات PCR



## الشكل رقم (١٧)

صورة تمثل نتائج مواقع الـ Polymarkers بواسطة تقنية نسخ الجينات PCR

control dot

loci

S | LDLR: A B | GYPA: A B | HGBB: A B C | D7S8: A B | GC: A B C

suspect (2, 3)

S | LDLR: A B | GYPA: A B | HGBB: A B C | D7S8: A B | GC: A B C

evidence (2, 3)

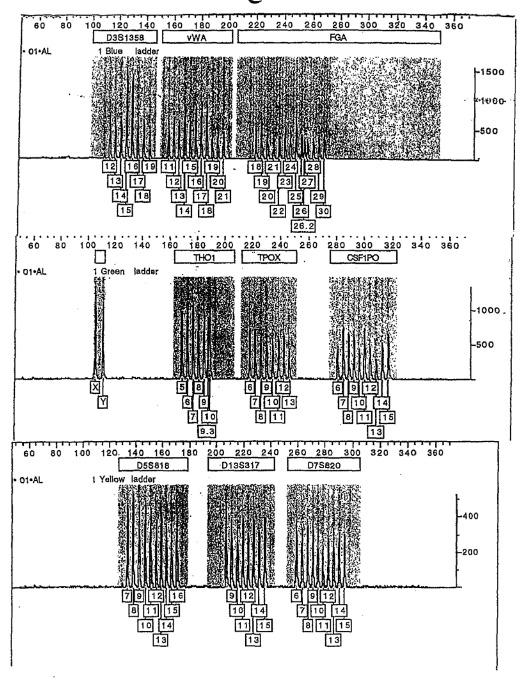
S | LDLR: A B | GYPA: A B | HGBB: A B C | D7S8: A B | GC: A B C

victim (1.1, 4.1)

an allele specific dot

## الشكل رقم (١٨)

## صورة تمثل نتائج الأنماط القصيرة المتكررة STRs بواسطة تقنية نسخ الجينات PCR



# الجدول رقم (٢)

## يوضح مواقع STRs في الكروموسومات وحجمها وأنماطها الجينية

| الجين | موقعها على الكروموسوم | اشكال الجين المعروفة | مدى الحجم bp |
|---|---|---|---|
| **D3S1358** | **3p** | **12,13,14,15,16,17,18,19,9,11,15.2,20** | **١٤٢-١١٤** |
| **Vwa** | **12p12** | **11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,15.2,22** | **١٩٧-١٥٧** |
| **FGA** | **4q28** | **18,19,20,21,22,23,24,25,26,26.2,27,28,29,30,15,16,16.2,17,18.2,19.2,20.2,21.2,22.2,22.3,23.2,24.2,25.2,27.2,28.2,30.2,34.2,46.2** | **٢٦٧-٢١٩** |
| **Amelogenin** | **X:p22.1<br>Y:p11.2** | **X,Y** | **١١٣-١٠٧** |
| **TH01** | **11p15.5** | **5,6,7,8,9,9.3,10,4,6.1,7.1,7.3,8.3,11,13.3,14** | **١٨٩-١٦٩** |
| **TPOX** | **2p23** | **6,7,8,9,10,11,12,13** | **٢٤٢-٢١٨** |
| **CSF1PO** | **3q33.3** | **6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,10.3** | **٣١٧-٢٨١** |
| **D8S1179** | **8** | **8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19** | **١٦٨-١٢٨** |
| **D21S11** | **21** | **24.2,25,26,,27,28,28.2,29,29.2,30,30.2,31,31.2,32,32.2,33,33.2,34.2,35,35.2,36,38,24.3,25.3,28.3,29.1,29.3,30.1,30.3,31.1,32.1,33.1,33.3,34.1,36.2** | **٢٤٣-١٨٩** |
| **D18S51** | **18q21.3** | **9,10,10.2,11,12,113,13.2,14,14.2,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,9.2,15.2,17.2,19.2** | **٣٤١-٢٧٣** |
| **D5S818** | **5q21** | **7,8,9,10,11,12,13,14,15,16** | **١٧١-١٣٥** |
| **D13S317** | **13q22** | **8,9,10,11,12,13,14,15,5** | **٢٣٤-٢٠٦** |
| **D7S820** | **7q** | **6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,6.3** | **٢٩٤-٢٥٨** |

# الفصل الرابع

# التطبيقات العملية لتقنيات DNA

# التطبيقات العملية لتقنيات DNA

في الآونة الأخيرة بلغت معلومات العلماء عن النظم الوراثية والحمض النووي DNA من الكمية والدقة بحيث أصبح لعلم الوراثة تطبيقات عملية هامة في أمور كثيرة وثيقة الصلة بحياة الإنسان. فقد استخدم العلماء الهندسة الوراثية في تحسين الصفات الهامة لكل من النبات والحيوان، وفي تشخيص التشوهات الخلقية للجنين في مرحلة ما قبل الولادة، وتشخيص الأمراض الوراثية المحتملة في المستقبل.

ولعل مجال الطب الشرعي والتحقيقات الجنائية من أهم المجالات التي يستخدم فيها تقنيات الحمض النووي DNA، حيث أن التقدم في علم الوراثة والبيولوجيا الجزيئية، بالإضافة إلى التحليل الإحصائي، جعل من الممكن تطبيق تلك التقنيات لتحديد الأشخاص ومعرفة الجنس بصورة أكثر قدرة من العوامل الوراثية التقليدية الأخرى. فاستغل العلماء هذا التفرد في الحمض النووي DNA للتعرف على الأبوة وإثبات صلة القرابة، وللتحقق من هوية الأشخاص في الكوارث كحوادث الطائرات والحرائق والمقابر الجماعية حيث يصعب التعرف على الجثث في هذه الحالات من خلال الملامح الشخصية والعلامات الفارقة نظراً لتشوه الجثث وتعفنها. كما تستخدم تقنيات DNA أيضاً في تحليل العينات الجنائية لتحديد الشخص المشتبه فيه في جرائم القتل والاغتصاب، وذلك من خلال تطابق بصمته الوراثية مع البصمة الوراثية التي تنبثق من الآثار البيولوجية الموجودة بمسرح الحادث أو من المجنى عليه مثل نقطة دم أو بقعة لسائل منوي أو الشعر المنزوع بجذوره أو اللعاب والجلد والعظام أو أي خلايا آدمية أخرى.

وسوف نستعرض أهم تلك التطبيقات العملية لتقنيات DNA بشيء من التفصيل كما يلي : -

## ٤ . ١ قضايا التنازع على النسب

### ٤ . ١ . ١ إثبات النسب بالأدلة الشرعية

توجد في الشريعة الإسلامية طرق وأدلة معينة (أدلة شرعية) يُمكن بها تحديد النسب، منها ثبوت النسب بالفراش، كما أنه يجوز الأخذ بأي طريق يوصل إلى الحقيقة بدءاً من الإقرار مروراً بالشهود العدول (البينة) انتهاءاً بالقيافة.

**١ ـ ثبوت النسب بالفراش**

الفراش بإجماع الفقهاء موجب للحوق النسب، ويُعتبر أعلى طرق إثبات النسب (سابق، ١٩٩٠م). وفي هذا حديث الرسول ﷺ «الولد للفراش وللعاهر الحجر» (أخرجه البخاري في صحيحه ـ كتاب البيوع، باب تفسير الشبهات، ٤٠/ ٢٩٣). فإذا ادعت المرأة بنوة حملها لزوجها بعد فترة الحمل ولم يكن لدى الزوج شهود ولا أدلة لنفيه فإن دعوة البنوة تثبت عليه بالفراش. ولكن هناك مسائل وخلافات فقهية حول ثبوت النسب بالفراش، ومدار الاختلاف هو هل أتت به في أقصى أو أدنى مدة الحمل؟ والتي قال فيها بعض الفقهاء أن أقصى مدة الحمل قد تصل إلى أربع سنوات، وبعضهم حصرها على سنتين، والبعض الآخر حصرها على سنة كاملة. واجمعوا على أن أقل مدة حمل هي ستة أشهر. فمثلاً نسب الولد من المرأة المطلقة طلاقاً رجعياً أو طلاقاً بائناً أو المتوفى عنها زوجها، هل ينسب المولود للزوج

الأول أو الثاني؟ فإذا جاءت المرأة بالولد لأقل من ستة أشهر من وقت وطء الزوج الثاني أو لأقل من أقصى مدة حمل من وقت طلاق الزوج الأول لها، فإن الولد يلحق بالزوج الأول. أما إذا جاءت به لستة أشهر فأكثر من وطء الثاني ولأقل من أقصى مدة حمل، فإنه يُمكن نسبته لهما معاً (الجزيري: ١٩٩٠م). في هذه الحالة يعرض الولد على القائف، أي الذي يعرف الشبه فيقول وجه هذا الولد كوجه فلان أو يده أو رجله أو أصابعه أو نحو ذلك. وما يحكم به القائف يُعمل به. فإذا لم يوجد قائف أو اختلف القافة في أمره، فإن الولد يُترك للبلوغ وبعد البلوغ يختار أيهما شاء ويُنسب إليه (الجزيري، ١٩٩٠: ٦٤٢ ـ ٦٤٣).

أما نسب الولد من النكاح الفاسد غير الصحيح، مثل زواج المتعة والشغار فقد اتفق الفقهاء على ثبوت النسب للوطء. وكذلك نسب الوطء بالشبهة، وهو أن يطأ رجل امرأة حرام عليه دون أن يعلم ذلك، وهذا الوطء في حقيقته زنا إلا أن حد الزنا حجب لوجود شبهة. وقد اتفق الفقهاء على أن كل وطء يُدرأ به الحد يلحق به النسب (الجزيري، ١٩٩٠م). وفي المجموع » لا يجتمع الحد ولحوق النسب» .

**٢ ـ إثبات النسب بالبينة**

خص الفقهاء كلمة البينة بالشهادة، والشهادة في اللغة: الإخبار بالشيء خبراً قاطعاً (الفائز: ١٤٠٣هـ). والبينة شرعاً هي الشهود العدول ودليل مشروعيتها قوله تعالى: ﴿ ... **وَأَشْهِدُوا ذَوَيْ عَدْلٍ مِّنكُمْ وَأَقِيمُوا الشَّهَادَةَ ...** ﴿٢﴾ ﴾ (الطلاق)، ومن السنة قوله ﷺ: «ليس لك إلا شاهداك أو يمينه» (نيل الأوطار: ج ٨ ص ٣٢١، صحيح مسلم: ج ١٢ ص ١٥٨). والمبدأ العام للإثبات يتلخص في أن «البينة على من ادعى» .

أي أن من يدعى أمراً فعليه إثباته، وعليه فإن عبء الإثبات يقع على عاتق المُدَّعي ويكون ذلك من خلال تقديم الأدلة. وقد اتفق الفقهاء على أن البينة من أقوى الأدلة على صحة ادعاء المُدَّعي وبالتالي إثبات النسب. ولكن علة الخلاف هنا هي الطريقة التي يستوثق بها من صحة دعوى أحد المدعيين، كما اختلف الفقهاء على نصاب البينة، وإن كان رأي الجمهور هو عدم قبول إلا رجلين عدلين. وهناك خلاف في قبول شهادة المرأة، فمن الفقهاء من ينفيها تماماً مثل الجمهور، ومنهم من يقول أربع نساء عدول مثل ابن حزم، ومنهم من يقول رجلاً وامرأتين ومنهم من يشترط اليمين (بداية المجتهد: ج ٢ ص ٥٠١، نيل الأوطار: ج٧ ص ٣٦). وعلة الخلاف هي هل شهادة المرأة عامة أو هي في الأموال وما لا يطلع عليه غير النساء فقط كالولادة والبكارة والحيض وغيره؟ (باخطمه، ١٤١٩هـ).

### ٣ ـ إثبات النسب بالقيافة

تعتبر القيافة طريقة من طرق إثبات النسب في الشريعة الإسلامية، ذلك لأن الرسول ﷺ لجأ إلى القائف في بعض الخلافات التي ثارت في عهده بين بعض المدعين والمنكرين للبنوة. ومثال ذلك عندما شكك البعض في بنوة أسامة بن زيد لأبيه زيد بن حارثة، لأنه أسمر ووالده أشقر اللون. فلجئوا إلى رجل من قبيلة بني مدلج المعروفة بقدرتها الذهنية والفنية على اكتشاف التشابه بين ا لأقارب، وهذا الشيء مشهور عند العرب. فوضعوا أسامة ووالده خلف ستار من القطيفة ولم يظهروا سوى أقدامهما فقط. وهنا أكد القائف أن هذه الأرجل بعضها من بعض أي أنهما أبن ووالده (الفائز: ١٤٠٣هـ). فالقيافة عن طريق الأقدام هي أن ينام مجموعة من الرجال من بينهم الأب المتنازع عليه سواء كان الزوج الشرعي أو المتهم بالزنا

وتغطى أجسامهم ووجوههم وبجوارهم الطفل المتنازع عليه، وينظر القائف في الأقدام من أسفل ليقول قدم هذا الولد من قدم هذا الرجل. وتعتمد القافة على الشبه الظاهر (وإن كان بعضه خفياً). ولا بد من البحث عن القائف المتمكن وتقديم من له علم بالشبه الخفي على من ليس له علم إلا بالشبه الظاهر، وإجراء الاختبارات لمعرفة مهارة القائف كما فعل الفقهاء القدامى رحمهم الله.

### ٤ ـ إثبات النسب بالإقرار

الإقرار في اللغة الإثبات، وفي الشرع الاعتراف بالمدعى به. وهو أقوى الأدلة لإثبات دعوى المدعى عليه، وأجمع العلماء على أن الإقرار مشروع بالكتاب والسنة (سابق: ١٩٩٠م). فإذا أقر الرجل بأن هذا ولده، ثبت النسب. وإذا ادعت المرأة بنوة حملها لزوجها بعد فترة الحمل ولم ينكر الزوج البنوة، أي أقر، وإنما ادعى الزنا لزوجته فإن الولد يُلحق به وترجم الزوجة إذا ثبت زناها. قال عمر بن الخطاب ـ رضي االله عنه ـ: «من أقر بوطء ألزمته الولد (أخرجه الإمام مالك في الموطأ، القضاء في أمهات الأولاد، ٤/ ٢٧). أي أنه إذا أقر الرجل بوطء لا يقدر أن يتبرأ منه (ابن حنبل، ١٤٠٨هـ). ومن شروط نفي الولد أن لا يوجد دليل على الإقرار به (ابن قدامه: ١٩٨٣: ج ٧: ص ٤١٦ ـ ٤١٧).

## ٤ . ١ . ٢ التعرف على الأبوة بالبصمة الوراثية (الأدلة الفنية)

الأدلة الفنية كما سبق ذكره هي أدلة إقناعية أو قرائن. والقرينة في الشريعة الإسلامية هي الأمارة التي بلغت حد اليقين، ويؤخذ بها متى اقتنع القاضي بأنها الواقع اليقين (سابق: ١٩٩٠م، الفائز: ١٤٠٣هـ). ومما سبق من عرض المسائل والخلافات الفقهية في قضية ثبوت النسب نجد أن علة

الخلاف هي عدم وجود طريقة مؤكدة يُمكن بها أن يثبت أن هذا المولود من هذه المرأة قد خلق من مني رجل معلوم بعينه أو لا . وأيضاً فإنه لا توجد طريقة يُمكن بها التأكد من صحة إدعاء مدعى النسب ولا من صحة أقوال الشهود ، فالشهود يشهدون بما يعلمون وقد يكون علمهم غير صحيح .

في مثل هذه الأمور التي يختلف فيها الفقهاء بسبب غياب دليل يمكنهم من إصدار حكم صحيح ، هل يُمكن للقضاء أن يلجأ إلى البصمة الوراثية للفصل في قضايا التنازع على النسب بحيث لا تتعارض مع القواعد الشرعية؟ فالبصمة الوراثية يُمكن أن تنهي الخلاف على الطفل المتنازع عليه لأن كل شخص له بصمة وراثية خاصة به لا يشترك معه أي شخص آخر فيها ، وبمضاهاة البصمة الوراثية يُمكن معرفة الأب الحقيقي للطفل ، إذ أن الطفل يرث نصف بصمته الوراثية من الأب والنصف الآخر من الأم . وبذلك يزول الخلاف حول ثبوت النسب بالفراش (مدار الخلاف هو حول أقصى مدة الحمل وأدناه) أو بالبينة (مدار الخلاف هو على نصاب البينة) . كما يُمكن القول أن البصمة الوراثية تقوم بكل ما يُمكن أن تفعله القيافة وبصورة أكثر دقة ، وبصحة أكثر من القيافة . فالبصمة الوراثية تستطيع أن تحدد الأم والأب والأخ والأخت بصورة تكاد تكون قاطعة ، ويمكنها كذلك نفي الأبوة أو إثباتها (الجندي والحصيني : ٢٠٠١م) .

قرار المجمع الفقهي الإسلامي بشأن الاستفادة من البصمة الوراثية :
إن مجلس المجمع الفقهي الإسلامي لرابطة العالم الإسلامي في دورته الخامسة عشر المنعقدة بمكة المكرمة التي بدأت يوم السبت ١١ رجب ١٤١٩هـ الموافق ٣١ أكتوبر (تشرين الأول) ١٩٩٨م قد نظر في موضوع البصمة الوراثية ومجالات الاستفادة منها باعتبارها البينة الجينية (نسبة إلى الجينات

أي المورثات) التي تدل على هوية كل إنسان بعينه، وأفادت البحوث والدراسات العلمية أنها من الناحية العلمية وسيلة تمتاز بالدقة لتسهيل مهمة الطب الشرعي والتحقق من الشخصية، ومعرفة الصفات الوراثية المميزة للشخص ويُمكن أخذها من أي خلية بشرية من الدم أو اللعاب أو المني أو البول أو غيره. وبعد التدارس والمناقشة قرر المجلس تشكيل لجنة وذلك لاستكمال دراسة الأبحاث والدراسات والمستجدات المتعلقة بالموضوع وتقديم النتيجة والتوصيات المناسبة في دورة المجلس المقبلة. وجاء في بيان ختام أعمال المجلس «لو تنازع رجلان على أبوة طفل فإنه يجوز الاستفادة من استخدام البصمة الوراثية» (المجمع الفقهي لرابطة العالم الإسلامي - الدورة الخامسة عشر، ١٤١٩هـ). (انظر: ملحق رقم ٢).

وفكرة البصمة الوراثية مبنية على أساس أن العوامل (الصفات) الوراثية في الطفل الابن لابد أن يكون أصلها مأخوذاً من الأب والأم، فالطفل يأخذ دوماً نصف الصفات الوراثية من الأب (عن طريق الحيوان المنوي) والنصف الآخر من الأم (عن طريق البويضة). ولهذا لابد من وجود أصل الصفات الوراثية الخاصة بالولد في كل من الأب والأم تبعاً لقانون مندل للوراثة الذي ينص على أن «أي صفة وراثية أو عامل وراثي في الأبناء لابد وأن يكون أصله موجوداً في أحد الأبوين». وبناء على ذلك فإن البصمة الوراثية يُمكن بها أن نؤكد يقيناً نفي الولد عن رجل معلوم (الولد ليس من ماء الرجل) وكذلك يُمكن بها أن نؤكد يقيناً أن هذا الولد من هذا الرجل المعلوم (الولد من ماء الرجل)، وبذلك ينتفي الخلاف تماماً. ويتم ذلك عن طريق تحديد البصمة الوراثية للرجل والمولود والأم، ومقارنة البصمة الوراثية للطفل مع بصمة كل من الرجل والمرأة. فمثلاً إذا تنازع رجلان

على مولود واحد فيُمكن النفي المؤكد اليقيني للنسب عن كليهما، أو عن أحدهما دون الآخر، كما يُمكن إثبات النسب لأحدهما بصورة مؤكدة يقينية. مع ملاحظة أنه لا يتم إثباته لأحدهما إذا كان المولود من رجل ثالث، لأن البصمة الوراثية للولد قد تكون من رجل ثالث (الولد من ماء ثالث).

فلو تمت مطابقة البصمة الوراثية لكل من الرجل والطفل والأم ووجد أن الصفات الوراثية الموجودة في الطفل نصفها من الأم والنصف الآخر في الرجل المُدَّعىَ عليه أو مُدَّعي النسب، فهذا دليل لا يقبل الشك على أن هذا الطفل من ذلك الرجل. أما إذا وجد أن الصفات الوراثية الموجودة في الطفل نصفها في الأم والنصف الآخر غير مطابق لما هو في الرجل المُدَّعىَ عليه أو مُدَّعي النسب، فهذا دليل أكيد على أن هذا الطفل ليس من ذلك الرجل (الجندي والحصيني: ٢٠٠١م).

وقد حدث في عهد الرسول ﷺ من أحداث يُمكن أن تتشابه مع ما يحدث من قضايا في وقتنا الحاضر. فقد حدث أن رجلاً ولدت له امرأته أبناً بلون مغاير عن لونه وعن لون أخويه فكاد ينكر نسب الولد إليه، فقال الرسول ﷺ: أرأيت لو جئت بجمل أورق (أبيض) بين جمال دهن، فما قولك؟ فقال: لعله نزعة عرق (يعني الصفات المتنحية في علم الوراثة). فقال ﷺ له: لعل أبنك نزعة عرق (أي ظهرت فيه الصفات المتنحية من أجداده). وقانون مندل الوراثي قريب جداً من هذا الحديث الشريف.

وفي هذا الزمان يتوقع أن يحدث تنازع في النسب في حالات معينة، ومن أمثلة القضايا والحالات التي يطلب فيها الفصل في البنوة المتنازع عليها ما يلي:

١ ـ حالات تبديل المواليد في مستشفيات الولادة: وهو أن يتم تسليم مولود إلى غير أبويه خطأً أو عمداً، وأيضاً في بعض حالات الطوارئ قد يتم خلط المواليد حديثي الولادة مع بعضهم البعض خاصة في حالات الإخلاء السريع. في مثل هذه الحالات يتنازع رجلان على المولود ولا يُمكن للتشابه الخلقي الشديد (القيافة) بين الطفل وأحد الرجلين أن يرقى مطلقاً لأن يكون دليلاً يعتمد عليه بصورة مؤكدة لإلحاقه بأحدهما لعدم وجود القائف المتمكن هذه الأيام. كما أن تحديد فصائل الدم تستخدم للاستبعاد فقط، ولا يُمكن إثبات البنوة على أساسها حيث أنها وسيلة نفي فقط وليست وسيلة إثبات. ويُمكن استعمال البصمة الوراثية لحل هذه المشكلة حيث يتم فحص الحمض النووي DNA لأمهات وآباء المواليد وكذلك المواليد أنفسهم، وبمقارنة البصمة الوراثية بين الطفل وكلا الرجلين فإنه يُمكن قطعاً نفي المولود عن أحدهما أو عن كليهما أو إثباته لأحدهما إن كان هو أباه. فالبصمة الوراثية تعتمد على التشابه والتطابق في كل ما يمكن أن يكون متوارث من الأبوين، ولا يُمكن أن يكون مستحدثاً. (الشكل رقم: ١٩).

الشكل رقم ١٩

استخدام البصمة الوراثية في التعرف على هوية المواليد في المستشفيات ...
المولود رقم ١ يعود للعائلة ب، والمولود رقم ٢ يعود للعائلة ج، والمولود رقم ٣ يعود للعائلة أ

| المولود ٣ | المولود ٢ | المولود ١ | عائلة جـ | | عائلة ب | | عائلة أ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | أم | أب | أم | أب | أم | أب |

٢ـ الشك في النسب: قال صاحب بداية المجتهد لما كان الفراش موجباً للحوق النسب، كان للناس ضرورة إلى طريق ينفونه به إذا تحققوا فساده. وتلك الطريق هي اللعان، فاللعان حكم ثابت بالكتاب والسنة والقياس والإجماع، إذ لا خلاف في ذلك عامة (نقلاً عن سابق: ١٩٩٠م المجلد الثاني، ٧/ ٤٦١). فبين كل زوجين لعان، لأنه ينفي عنه الولد. فالرجل إذا ولدت امرأته ولداً يُمكن كونه منه فهو ولده في الحكم، ولا ينتفي عنه إلا بنفيه باللعان (ابن قدامه: ١٩٨٣: ٧/ ٤٦١) ويكون نفي الحمل في حالة ما إذا ادعى الزوج أنه لن يطأها أصلاً من حين العقد عليها، أو ادعى أنها أتت به لأقل من ستة أشهر بعد الوطء (أدنى مدة حمل)، أو لأكثر من سنة أو سنتين أو أربع (أقصى مدة الحمل حسب رأي الفقهاء) من وقت الوطء (سابق، ١٩٩٠م). فإذا نفى الرجل أبنه وتم اللعان بنفيه له، انتفى نسبه من أبيه وسقطت نفقته عنه وانتفى التوارث بينهما ولحق بأمه، فهي ترثه وهو يرثها لما رواه عمرو بن شعيب عن أبيه عن جده قال «وقضى رسول الله ﷺ في ولد المتلاعنين أنه يرث أمه وترثه أمه، ومن رماها به جلد ثمانين» (أخرجه أحمد). ويؤيد هذا الحديث الأدلة الشرعية الدالة على أن الولد للفراش، ولا فراش هنا لنفي الزوج إياه. ولا يُعد مجهول النسب فلا يصح أن يدعيه غيره (سابق: ١٩٩٠ م)، وإذا كذب الزوج نفسه ثبت نسب الولد منه، ويزول كل أثر للعان بالنسبة للولد (سابق، ١٩٩٠م، ابن حنبل: ١٤٠٨هـ). إلا أن السؤال الذي يفرض نفسه بقوة ويحتاج رأي الفقهاء هو هل نأخذ بالبصمة الوراثية دون تطبيق اللعان؟ وهل إذا نفى الرجل أبنه بالملاعنة يتم اللجوء إلى البصمة الوراثية؟ وإذا ثبت أن المولود له هل يُلحق به ويُورث؟

وهناك حالات ينكر فيها الرجل نسب طفل من زواج شرعي للاختلاف الشديد في التشابه الخلقي بين الطفل وأبويه، كأن يكون الأبوان ذوي بشرة بيضاء والطفل ذا بشرة سوداء، هنا يمكن للبصمة الوراثية أن تُثبت أن هذا الطفل من الزوج أم لا. أو أن يجامع الرجل زوجته ثم يسافر ويحدث حمل بعد سفره، ثم يحضر بعد زمن طويل فيجد له ولد وتدعي امرأته أن الولد على فراش زوجها ويرفضه الزوج وينكر أنه ولده أو ينكر حمل امرأته وولادتها. هنا أجمع الفقهاء على أنه لابد للمرأة من أن تأتي ببينة تثبت بها أنها حملت وولدت وليس أنها ولدت هذا الولد بالذات. فإن جاءت بالبينة (شهود) على أنها حملت وولدت ثبت النسب بالفراش، ولكن اختلف الفقهاء في نصاب هذه البينة هل هي شهادة امرأة واحدة أو غير ذلك (الجزيري: ١٩٩٠م). وعن طريق مقارنة البصمة الوراثية لزوجها مع الولد يُمكن تصديق قول الزوجة وإثبات الولد لزوجها وأنه أبوه.

٣ـ الحالات التي ينكر فيها الرجل أنه الأب لطفل نتيجة نكاح غير شرعي كالاغتصاب والزنا: وذلك لتبرئة نفسه من هذه الجرائم. بمقارنة البصمة الوراثية لهذا الرجل والطفل يمكن إثبات أنه الأب الحقيقي للطفل. والمذهب أن ولد الزاني لا يُلحق به وإن اعترف به لحديث الفراش السابق، واختار الشيخ تقي الدين أنه إذا استلحق ولده من الزنا ولا فراش لحقه. وفي الانتصار: يلحقه بحكم حاكم، وذكر أبو يعلى الصغير مثله (ابن حنبل: ١٤٠٨هـ).

٤ـ الحالات التي تدعي فيها المرأة أن مولودها يخص رجلاً معيناً لإجباره على الزواج أو طمعاً في الميراث أو في أخذ النفقة، وبمقارنة البصمة الوراثية للمولود والرجل المدعى عليه يمكن إثبات أو نفي ادعائها.

٥ ـ الحالات التي يدعي فيها رجلان نسب الولد المجهول النسب أو اللقيط :

من ادعى نسب اللقيط من ذكر أو أنثى أُلحق به متى كان وجوده منه ممكناً، لما فيه من مصلحة اللقيط دون ضرر يلحق بغيره. وحينئذ يثبت نسبه وإرثه لمدعيه (سابق: ١٩٩٠م). فإن ادعاه أكثر من واحد، في مثل هذه الحالات تُقدم دعوى من له بينة (شهود عدول) على دعوى من ليس له بينة، فالشهود العدول شرعاً باتفاق الفقهاء القدامى من أقوى الأدلة على إثبات النسب لأنها دليل على صحة ادعاء المدعى، وعليه يثبت نسبه لمن لديه البينة على دعواه. فإن لم يكن لهم بينة أو أقامها كل واحد منهم عُرض على القافة الذين يعرفون الإنسان بالشبه، ومتى حكم بنسبه قائف واحد أُخذ بحكمه متى كان مكلفاً ذكراً عدلاً مجرباً في الإصابه. فإن لم يتيسر ذلك اقترعوا بينهم، فمن خرجت قرعته كان له (سابق: ١٩٩٠م). وقال الحنفية لا يُعمل بالقائف ولا بالقرعة بل لو تساوى جماعة في ولد وكان مُشتركاً بينهم ورث كل منهم كأبن كامل وورثوه جميعاً كأب واحد. في هذه الحالة نرى أن اللجوء إلى البصمة الوراثية يحل المسألة.

أما إذا كان لكليهما بينة أو أن لأحدهما بينة وادعى نسب طفل قد نسبه رجل آخر إليه من قبل ولكن بلا بينة، فعلة الخلاف هنا كما ذكرنا هي الطريقة التي يستوثق بها من صحة دعوى أحد المدعيين. ومما لا شك فيه أنه يُمكن القول بأن مقارنة البصمة الوراثية لكلا المدعيين والولد المُتنازع عليه أقوى من الشهود العدول في مثل هذه الأحوال، فالشهود يشهدون بما يعلمون (وقد يكون علمهم بالشيء غير صحيح)، أما البصمة الوراثية فهي تنتقل من الأباء إلى الأبناء وملازمة للفرد (باخطمة، ١٤١٩هـ). ولو كانت البصمة الوراثية معروفة لدى الفقهاء

القدامى للجئوا إليها لأنها تؤدي إلى إقامة الحجة والبينة على صدق أو كذب المدعى للنسب وهو الغرض الذي يقوم به الشهود العدول (الجندي والحصيني: ٢٠٠١م).

فلو أن البصمة الوراثية لمدعى النسب تطابقت مع الطفل الذي يدعي نسبه فهو ابنه يقيناً. بمعنى أن مقارنة البصمة الوراثية لكلا المدعيين والولد قد تكون ذات فائدة عظيمة في نفي النسب عن أحدهما وإثباته للآخر أو في نفي النسب عن كليهما بصورة أكيدة ودقيقة.

٦ - الحالات التي يدعى فيها رجل - فقد ابنه منذ فترة طويلة - نسب شاب مجهول النسب أو العكس، كأن يدعى شاب نسبه إلى رجل معين فقد ابنه منذ فترة طويلة وذلك طمعاً في أخذ الميراث أو الخلوة بمحارم المدعى به. هنا ظاهر الأمر ليس كباطنه، فالدعوى قد تكون كاذبة. إن مشكلة الأولاد مجهولي النسب واردة وقائمة بين المسلمين في هذا الزمان الذي تحدث فيه جرائم الاغتصاب والزنا وذلك لمجاراة الكفار في عاداتهم وسلوكياتهم، إلا أنه والحمد لله لا يحدث مثل هذا كثيراً لتمسك معظم المسلمات والمسلمين بدينهم ومبادئه الحنيفة، ولكن هناك بعض المغتصبات والزانيات لهن أولاد لا يعرفن آباءهم الحقيقيين.

فلو فرض أن أحد هؤلاء مجهولي النسب أصبح شاباً غنياً ذا مال ومركز مرموق وله أسرة وأولاد وبنات. ثم حضر رجل ما ولديه بينة (شهود) وقال أنه أب هذا الشاب، أو أن الشاب ادعى انه ابن رجل ما، فلو حكم الحاكم بالنسب بناء على هذه الدعوى الكاذبة، هل هذا الحكم يجعل من المدعى به ابناً شرعياً أو المدعي عليه أباً شرعياً، وأن ما يترتب على هذا الحكم صحيح وشرعي كالخلوة بالمحارم أو أخذ الميراث وما إلى ذلك من الأمور المحرمة عليه قبل ثبوت النسب، فهل بعد

الحكم بإثبات النسب بالشهود تصبح تلك الأمور المحرمة حلالاً؟ في هذه الحالة يُمكن للبصمة الوراثية أن تنفي النسب إذا كانت الدعوى كاذبة فعلاً، وذلك بمقارنة البصمة الوراثية وإثبات عدم تطابقها (الجندي والحصيني: ٢٠٠١م). وفي هذا النفي منفعة عظيمة وإبقاء لمصلحة، إذ أن الإبقاء على حال جهالة النسب أولى من أن يستحل كاذب أموال وأعراض الآخرين بغير حق (باخطمة، ١٤١٩هـ). ومما يؤكد ذلك قول الله تعالى: ﴿يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا لا تَأْكُلُوا أَمْوَالَكُم بَيْنَكُم بِالْبَاطِلِ... (٢٩)﴾ (النساء).

وعلى العكس إذا ادعى شاب نسبه إلى رجل معين فقد أبنه منذ فترة طويلة وهو يعلم أنه ليس بأبيه وذلك طمعاً في أخذ الميراث ... وقَبلَ الرجل هذا النسب، ثم جاء شخص آخر وشهد بأن هذا الشاب ليس ابناً لهذا الرجل، فهل يجوز الأخذ بهذه الشهادة (شهادة الحسبة) في النسب؟ اختلف الفقهاء في هذا الأمر بين مجيز ومانع. إن مقارنة البصمة الوراثية يمكنها تكذيب من يدعي نسبه إلى غير أبيه بصورة أكيدة.

الشكل رقم (٢٠)

استخدام البصمة الوراثية في قضايا البنوة

الأم الطفل الأب

قضية إثبات

المدعى عليه الطفل الأم

قضية نفي

٧ ـ الحالات التي تتنازع فيها امرأتان على أمومة ولد وتساوتا في البينة (الشهود)، هنا اختلف الفقهاء، فهل يثبتونه لإحداهما أو ينفى عن كليهما أو يثبتوه لكليهما. من المعروف أنه لا يُمكن أن يكون للولد أمان، لذلك يمكن نفي الولد عن إحداهما وإثباته للأخرى عن طريق مقارنة البصمة الوراثية للولد والمرأتين. وكذلك إذا ادعت امرأة أمومة ولد فإنه بمقارنة البصمة الوراثية للولد والمرأة يُمكن نفي الأمومة عنها أو إثباتها لها بصورة أكيدة.

وقد يكون للولد أمان، احداهما ولدته والأخرى أرضعته، وتدعي كل منهما الولد. وحيث أن أحكام النسب هي أحكام الإرضاع، وأن الإرضاع لا يُغير من البصمة الوراثية للولد، لذلك يُمكن نفي الولد عن إحداهما وإثباته للأخرى عن طريق مقارنة البصمة الوراثية (باخطمة: ١٤١٩هـ).

٨ ـ الحالات التي يتنازع فيها رجلان على مولود من امرأة زوجة لأحدهما ومطلقة من الآخر: كالمطلقة طلاقاً رجعياً أو بائناً وتزوجت برجل آخر وأنجبت في أدنى مدة الحمل، أو في أقصى مدة الحمل، أو تزوجت قبل انقضاء فترة العدة (كالتزوير مثلاً)، فهل ينسب المولود للزوج الأول أو للثاني أو لكليهما؟ وإذ أنجبت توأماً فهل من الممكن أن تحمل المرأة من الرجلين؟

أجمع الفقهاء على أن أقل مدة حمل هي ستة شهور (سابق: ١٩٩٠، الجزيري: ١٩٩٠م)، وذلك لقوله تعالى: ﴿ ... وَحَمْلُهُ وَفِصَالُهُ ثَلاثُونَ شَهْرًا ... ﴿١٥﴾ ﴾ (الأحقاف)، ولقوله تبارك وتعالى: ﴿ وَالْوَالِدَاتُ يُرْضِعْنَ أَوْلادَهُنَّ حَوْلَيْنِ كَامِلَيْنِ لِمَنْ أَرَادَ أَن يُتِمَّ الرَّضَاعَةَ ... ﴿٢٣٣﴾ ﴾ (سورة

البقرة)، ولقـوله تعـالى: ﴿ ... وَفِصَالُهُ فِي عَامَيْنِ أَنِ اشْكُرْ لِي وَلِوَالِدَيْكَ إِلَيَّ الْمَصِيرُ ﴿١٤﴾ ﴾ (سورة لقمان). الآية الأولى ذكرت الحمل والفطام في سنتين ونصف السنة، والآية الثانية والثالثة ذكرتا أن الإرضاع أو الفطام سنتان فقط. يقول ابن قدامه من فقهاء الحنابلة «إذا أتت به (أي بالمولود) دون ستة أشهر من حين تزوجها فلا يلحق به (أي بالزوج) في قول كل من علمنا قوله من أهل العلم لأننا نعلم أنها علقت به (أي بالجنين) قبل أن يتزوجها». وفي الجوهرة «وإذا تزوج امرأة فجاءت به لأقل من ستة أشهر من يوم تزوجها لم يثبت نسبه». وهذا يدل على أنه لا خلاف في أن المولود لأقل من ستة أشهر يلحق بالزوج الأول. وفي عصرنا الحاضر يُمكن للطب تشخيص عمر الجنين على وجه التقريب عن طريق الأشعة المتطورة واستكشاف مراكز التعظم في عظامه، كما يُمكن فحص الدم ومقارنة البصمة الوراثية لمعرفة الأب الحقيقي إذا أشكل الأمر (الجاعوني: ١٩٩٣م، ٣١٢).

أما بالنسبة لأقصى مدة حمل، فقد اختلف الفقهاء بسبب عدم وجود دليل قطعي من القرآن الكريم أو السنة النبوية المطهرة يُحدد أقصى فترة للحمل. قال أبو حنيفة «إن أكثر مدة للحمل سنتان»، وقال الحنابلة والشافعية والمشهور في المذهب المالكي «إن أكثر مدة للحمل هي أربع سنوات». أما الظاهرية والجعفرية والزيدية فقالوا «إن أقصى مدة للحمل هي تسعة أشهر». ويقول ابن حزم في المحلي «إن تحديد أقصى مدة للحمل تسعة أشهر هو مذهب عمر ابن الخطاب» (نقلاً عن الجزيري: ١٩٩٠م). لذلك اختلفت التشريعات العربية بالنسبة لأقصى مدة للحمل، فبعضها قد حددت هذه المدة بـ ٣٦٥ يوماً.

ومن الناحية الطبية فإن من النساء من لا تحمل إلا كل سنتين أو ثلاث سنوات، وقد تجد من لا تحمل إلا كل أربع سنوات. وهذا لا يعني أن الجنين بقي داخل رحم المرأة سنتين أو ثلاثاً أو أربعاً أو كما يحلو للبعض أن يقول خمساً وسبعاً!! فهذا معناه أن الحمل قد يتأخر إما بسبب الزوج، أو بسبب تأخر إطلاق المبيض للبويضة أو تناول أدوية منع الحمل التي قد تؤدي إلى انقطاع الطمث لفترة قد تزيد عن سنة أحياناً، وهذا شيء بديهي طبياً. إضافة إلى الحالة النفسية والاجتماعية والفردية والعرقْ والمناخ ... الخ. لكن القول بأن فترة الحمل تمتد إلى سنتين وثلاث وأربع وخمس وسبع دون إبداء الدليل الطبي الواضح فهذا غير صحيح. فطبياً يستمر الحمل حوالي ٢٨٠ يوماً بعد اليوم الأول من آخر حيضة (الجاعوني: ١٩٩٣م : ٣٠٢).

إن طبيب النساء المختص بما يحوزه من خبرة عملية وإكلينيكية وما يحيط به من أجهزة مخبرية وأشعة فوق سمعية قد يستطيع أن يساهم مساهمة فعالة في تجلية الموقف وتحديد هوية الجنين وعمره الرحمي في معظم حالات النسب المُشتبه بها. وفي حالة اختلاط الأمر يُمكن فحص الدم ومقارنة البصمة الوراثية للطفل مع كل من الزوجين. وفي هذا السياق لا يجب الاعتماد على أقوال المرأة ووضع المولود الذي يجيء لستة أشهر من زواجها بعد الطلاق والعدة في الحضانة، إذ قد يكون هذا المولود مكتمل النمو لتسعة أشهر كونه من الزوج الأول.

طبياً يستحيل أن يُخلق الشخص الواحد من مائين، ولذلك فمن الطبيعي ألا يُلحق المولود برجلين. ذلك أن البويضة لا يلقحها إلا حيوان منوي واحد، وإذا لقحت بويضة واحدة فإنها تحتاج إلى فترة

أقصاها سبعة أيام لكي تصل إلى الرحم، وبعد أن تصل البويضة الملقحة إلى الرحم من قناة المبيض - أي بعد أن يستقر الحمل في الرحم - فإنه يستحيل أن تحمل المرأة مرة أخرى. أي لا يمكن أن تلقح بويضة أخرى بحيوان منوي آخر بعد تلقيح البويضة الأولى بسبعة أيام (الجاعوني، ١٩٩٣م). هنا يظهر إعجاز الشريعة الإسلامية السمحاء في جعل العدة شريعة، فلو أن رجلاً جامع امرأته في طهر ثم طلقها مباشرة بعد الجماع فإنه لا يحل لها أن تتزوج من رجل غيره إلا بعد انقضاء فترة العدة حتى يبرأ رحمها ... (سابق، ١٩٩٠م).

أما إذا لم تكن هناك عدة لحدث اختلاط في الأنساب، فالمرأة التي يطلقها زوجها مباشرة بعد الجماع وتتزوج برجل آخر وتجامعه في مدة أقصاها سبعة أيام، يُمكن أن تحمل من الرجلين (زوجها الأول وزوجها الثاني). يطلق المبيض بويضة مرة كل ٢٨ يوماً أو ما يُقارب ذلك، وقد يحدث أن يطلق المبيضان كلاهما بويضة في أوقات قريبة بعضها من بعض أو يطلق المبيض الواحد نفسه بويضتين في آن واحد (الجاعوني، ١٩٩٣م : ٦٨). فمن الناحية الطبية النظرية يُمكن للمرأة أن تحمل من رجلين ولكن بتوأم غير متطابق وليس بجنين واحد، إذ يمكن أن تُلقح بويضتان في نفس الوقت بحيوانين منويين إلا أنه يُشترط أن يكون وقت الجماع بالرجلين متقارباً وقبل استقرار البويضة الملقحة الأولى في الرحم كما ذكرنا سابقاً، أي يكون وقت وجود المائين متقارباً. وهناك حالات نادرة جداً مسجلة بالمراجع الطبية لنساء حملن من رجلين مختلفين بتوأم غير متطابق أي طفلين مختلفين (باخطمة، ١٤١٩هـ). ويحدث ذلك في المرأة التي يُجامعها رجل ثم يجامعها

آخر مما يؤدي إلى دخول حيوانات منوية من رجلين إلى رحم المرأة في نفس الوقت التي يكون هناك بويضتان قابلتان للتلقيح، فتلقح بويضة بحيوان واحد من أحد الرجلين وتُلقح الأخرى بحيوان منوي واحد من الرجل الآخر. وهكذا تحمل المرأة من رجلين في نفس الوقت. فما أحكم الشريعة الإسلامية بجعل العدة شريعة منعاً لاختلاط الأنساب.

فلو افترضنا حدوث ذلك وأن امرأة حملت من رجلين بتوأم غير متطابق، فإنه بمقارنة البصمة الوراثية للتوأم مع الرجلين يمكن تحديد نسب كل طفل ومعرفة أب كل واحد منهما. أما التوأم السيامي المتطابق والذي أصله بويضة واحدة وحيوان منوي واحد (إذ أنه من المستحيل أن تلقح البويضة بأكثر من حيوان منوي) فهو من رجل واحد، وبذلك إذا أنجبت المرأة المطلقة بعد زواجها توأماً سيامياً متطابقاً أو مولوداً في خلال ٦ أشهر من زواجها (أدنى مدة حمل) أو في خلال أقصى مدة الحمل، وحدث تنازع بين الزوج الأول والزوج الثاني على المولود فإنه يُمكن بمقارنة البصمة الوراثية معرفة الأب الحقيقي.

٩ - إدعاء المسلم والكافر النسب: إذا ادعى مسلم وكافر نسب ولد فهما شرعاً متساويان في دعوى النسب، لأنه بنسب الولد إلى الكافر لا نحكم بكفره. ودعوى المسلم والكافر للنسب من القضايا الهامة في هذه الأيام. وذلك لكثرة زواج بعض المسلمين من الأجنبيات غير المسلمات، وبعد فترة من الزواج قد يحدث خلاف بين الزوجين فتسافر الزوجة الأجنبية إلى بلدها ويجامعها رجل آخر من ديانتها حيث أن ذلك من عاداتهم. فإذا حدث حمل وولادة قد تدعي المرأة أن المولود هو ابن الرجل المسلم، أو أن ابن الرجل المسلم هو للرجل الأجنبي.

هنا ـ بمقارنة البصمة الوراثية للمولود وزوجها المسلم يُمكن معرفة نسب الطفل إليه أو نفيه عنه .

١٠ ـ إثبات النسب لطفل الأنبوب (التلقيح الصناعي) : ينشأ طفل الأنبوب عندما يتم تلقيح البويضة بالحيوان المنوي خارج الرحم ، ثم تعاد البويضة الملقحة إلى درب الصفاق الخلفي للرحم لينموا الجنين بشكل طبيعي حتى يحين وقت الولادة . وهذا العمل أصبح معتاداً الآن كوسيلة للتلقيح الصناعي ، ولكن يشترط رضا الزوجين وأن يكون من الزوج والزوجة . فإذ حدث تلاعب ، وذلك بأخذ حيوانات منوية من رجل غير الزوج أو أخذت البويضة من امرأة غير الزوجة ، يمكن إثبات النسب للطفل الحادث بواسطة مقارنة البصمة الوراثية له مع الزوج والزوجة .

## ٤ . ١ . ٣ قواعد استخدام البصمة الوراثية في إثبات النسب

١ ـ يجب عدم اللجوء إلى تقنية الحمض النووي DNA إلا بعد تحديد فصائل الدم ، حيث أن تلك الفصائل قد تكون ذات فائدة كبرى في إنهاء القضية إيجابياً في حالة نفي النسب فقط دون الحاجة إلى اللجوء إلى فحص الحمض النووي DNA نظراً للتكلفة المادية المرتفعة جداً والتي تحتاج إلى دقة بالغة وتقنية متقدمة . أما في حالة توافق الفصائل فلا يمكن إثبات النسب عن طريق ذلك ، نظراً لوجود عديد من الأشخاص لهم الفصائل نفسها ، هنا يمكن اللجوء للبصمة الوراثية (الجندي والحصيني : ٢٠٠١م) .

الجدول رقم (٣)

يوضح متى نحتاج إلى تقنية الحمض النـووي DNA بعد تحديد فصائل الـدم

| فصيلة دم الطفل غير المحتملة | فصيلة دم الطفل المحتملة | فصيلة دم الأم | فصيلة دم الأب |
|---|---|---|---|
| A , B , AB | O | O | O |
| B , AB | O , A | A | O |
| B , AB | O ,A | A | A |
| A , AB | O , B | B | O |
| A , AB | O,B | B | B |
| —— | O , A , B , AB | B | A |
| O , AB | A , B | AB | O |
| O | A , B , AB | AB | AB |
| يجب عدم اللجوء إلى البصمة الوراثية | يجب اللجوء إلى البصمة الوراثية | | |

فمثلاً إذا ادعى رجل فصيلته O نسب طفل فصيلته AB، أو ادعت امرأة نسب طفل فصيلته AB لرجل فصيلته O فمن المستحيل أن يكون هذا الرجل أباً لهذا الطفل. وبذلك تنتهي القضية دون اللجوء إلى البصمة الوراثية، أما إذا كان الرجل فصيلته A والطفل مثلاً فصيلته A فهناك احتمال بأنه أبوه، وبذلك يمكن اللجوء للبصمة الوراثية للإثبات اليقيني للنسب.

٢ ـ من حرص الإسلام على إلحاق النسب يجب عدم اللجوء إلى تقنية الحمض النووي DNA لتأكيد نفي النسب، إذا كان عدم استخدامها يثبت النسب ولا يوجد تنازع على نسب الطفل. هذا لإجماع الفقهاء على أنه «ما كان لصالح إثبات النسب أقر وما كان عكس ذلك فلا يُقر»

(نقلاً عن باخطمة: ١٤١٩هـ). ومثال ذلك ما قد يحدث عندما يدعي رجل نسب طفل ثم يرجع عن دعواه إلى عكسها إما نفياً أو إثباتاً، فمثلاً رجل نفى نسب طفل ثم بعد ذلك أقر بنسبه، هنا يثبت النسب بالإقرار باتفاق الفقهاء. فهل تقتضي الحكمة في مثل هذه الحالة أن نلجأ إلى البصمة الوراثية للتأكد من نفي النسب أو إثباته؟ أن مقارنة البصمة الوراثية قد ينتج عنها احتمال أن يتأكد النفي، وبذلك يكون عندنا مجهول النسب بالرغم من إقرار الرجل بقبول نسبه. وعلى العكس إذا أقر رجل بنسب طفل ثم نفاه، فاتفاق الفقهاء أن هذا النسب يثبت. فهل أيضاً نقوم بمقارنة البصمة الوراثية للتأكد من دعوى نفي النسب، أو نتركها لنُقر بالنسب؟ أن روح الشريعة الإسلامية تقتضي عدم القيام بأي فعل من شأنه أن ينفى النسب إلا إذا أوقع ضرراً بمن سيلحقه، أو أنه نفى نسباً معلوماً.

وبذلك لا يجوز مقارنة البصمة الوراثية في الحالات التي قد ينتج عنها نفي نسب بدون فائدة تقع على أحد أو مضرة تقع على طرف آخر. إذ يدخل هذا في باب قوله تعالى ﴿ **يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا لا تَسْأَلُوا عَنْ أَشْيَاءَ إِن تُبْدَ لَكُمْ تَسُؤْكُمْ ... ﴿١٠١﴾** ﴾ (سورة المائدة)، وقوله ﷺ «دعوني ما تركتكم، فإنما أهلك من كان قبلكم كثرة سؤالهم لأنبيائهم» (أخرجه البخاري في صحيحه).

وأيضاً إذا ادعى رجل نسب طفل قد نسبه إليه رجل آخر، ربما أن إثبات الطفل لغير أبيه غير مطلوب لوجود من يدعيه ويدعي أن عنده بينة، وكذلك لاختلاف الفقهاء حول هل التقادم في النسب ينسب الطفل؟ فهل يتم هنا مقارنة البصمة الوراثية للطفل والرجلين، أو للرجل المُدَّعي للنسب

فقط؟ المفروض هنا أن تُقارن البصمة الوراثية لمُدَّعي النسب والطفل، فإذا انعدم التطابق فهو ليس بولده حتى ولو جاء ببينة أنه ولده. أما من عنده الطفل فلا يجوز مقارنة البصمة الوراثية لاحتمال نفي النسب وكشف المستور، ولأن إبقاء النسب فيه تحقيق لمصلحة، لأن نفي النسب عن كلا الرجلين يصبح الولد مجهول النسب من هذين المدعيين.

مما سبق نرى أخذ إذن القاضي الشرعي قبل عرض قضايا النسب على مختبرات فحص العوامل الوراثية، حتى لا يتم اللجوء إلى البصمة الوراثية بعد تطبيق اللعان مثلاً (الجندي والحصيني: ٢٠٠١م: ٤٠-٤١). لأنه ينفي الولد عن الزوج، كما أن الإسلام ترك للزوج فرصة أن يكذب نفسه بعد اللعان فيثبت نسب الولد، فإذا طُبقت البصمة الوراثية وأكدت نفي الولد أوقعنا ضرراً بالولد وكشفنا مستوراً.

## ٤ . ٢ التحقق من هوية الجثث المجهولة:

في الحوادث والكوارث الجماعية قد يتعذر التعرف على شخصية بعض الجثث بسبب ما يلحق بهم من تشويه وتفحم وبتر كما في الحرائق وحوادث الطائرات، وكذلك في حالة الجثث المتعفنة والعثور على قبور جماعية. والقبور الجماعية أما أن تحتوي على جثث مدفونة بواسطة مجرمي الحروب حيث يتم الدفن عادة في وقت واحد أو تضم رفات ضحايا جرائم عنف جنائي قتلوا ودفنوا في وقت واحد، أو في أوقات مختلفة في نفس الموقع. كما أن المجرم قد يمثل بالجثة وذلك بتقطيعها بصورة يصعب التعرف على صاحبها، بل قد يعثر على جزء أو أجزاء من الجثة دون بقية الجسد.

في مثل هذه الحالات يمكن اتباع الطرق التقليدية للتعرف ؛ كالكشف

الطبي الشرعي الذي يمكن من خلاله معرفة بعض الدلائل مثل الصفات التشريحية وآثار الإصابات القديمة أو العمليات الجراحية بالأنسجة والعظام والتشوهات الخلقية، وكذلك يُمكن تقدير العمر ومعرفة الجنس من خلال فحص العظام. ولكن هذه الطريقة قاصرة ومعيبة لأسباب عدة، منها تفحم الجثث وتشوهها أو عدم وجود الجثة كاملة. كما أنه في حالة تقدم التعفن والعثور على عظام فقط لا يمكن التعرف على صاحبها يقيناً إلا إذا كانت هناك بعض العلامات الفارقة (الجندي : ٢٠٠٠م) .

وحالياً فإن تقنية الحمض النووي DNA تمكننا بدقة مُتناهية من التحقق من أصحاب الجثث المشوهة، والأشلاء، ومجموعة العظام. ويتم ذلك عن طريق أخذ عينات منها وتحليلها ومعرفة الأنماط الجينية لها، ثم الاستدلال على تلك الجثث من ذويهم بمقارنة الأنماط الجينية للأقارب وتلك الجثث أو الأشلاء أو أجزاء الجثث أو العظام.

وقد أدى الحريق الذي نشب في منى في حج عام ١٤١٧هـ إلى وفاة (٣٣٨) شخصاً، تم دفن الجثث التي استطاع الأقارب التعرف عليهم وعددهم (١٥٢) جثة، وبقى هناك (١٨٦) جثة مجهولة الهوية بسبب ما لحق بهم من تفحم. وقد استطاع الأطباء الشرعيون التعرف على البعض منها بالكشف الطبي الشرعي، والباقي تم أخذ عينات منها تمهيداً للاستدلال عليها من ذويهم بمقارنة الأنماط الجينية لهم، وبذلك يُمكن التعرف على كل الجثث (العتيبي، ١٤٢٠هـ) .

كما تم في فترة ما ـ ولا يزال يتم حالياً ـ تقطيع الجثة إلى أشلاء ووضع هذه الأشلاء في أكياس من النايلون ثم تفريقها في أماكن مختلفة حتى لا يتم التعرف على شخصية الجثة. وقد حدثت جرائم كثيرة من هذا النوع

حيث تعثر الشرطة على جذع إنسان فقط مما يصعب التعرف على صاحبه، والمعروف أن معرفة صاحب الجثة تُفيد كثيراً في كشف غموض الجريمة. في هذه الجرائم لابد من أخذ عينات من الجذع لمعرفة أنماطه الجينية ليتم مقارنتها مع من يُبلغ عن مفقودين بالمنطقة.

كما يُمكن بتطبيق البصمة الوراثية تحديد شخصية الجثة حتى في حالات اختفاء الجثة ووجود آثارها فقط كالدماء أو العظام، بشرط وجود أشخاص قد قاموا بالإبلاغ عن مفقودين لهم حتى يُمكن الرجوع إليهم وعمل المقارنة.

ففي الولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٨٤م فقدت طفلة عمرها ثلاث سنوات. وفي عام ١٩٨٦م تم العثور على جزء من جمجمة آدمية صغيرة الحجم على مسافة تبعد ثلاثة كيلومترات من محل إقامة والديها. وتم تحديد عمر صاحب الجمجمة بحوالي ٣ـ ٤سنوات، مما أوحى للشرطة أنها قد تكون للطفلة المفقودة. وتم أخذ عينات من تلك العظام لتحليل الحمض النووي DNA ومقارنته مع الوالدين. فكان الوالدان (DQ α3,4 & 4,4) والجمجمة (DQ α3,4). وبفحص الحمض النووي DNA في الميتوكوندريا لكل من الجمجمة والأم اتضح تطابقهما، فدل ذلك على أن هذه الجمجمة تعود للطفلة المفقودة. وأيضاً في حالة الطيار السعودي المفقود منذ عام ١٩٩١م بعد إسقاط طائرته خلال حرب الخليج حيث أفادت تقنيات فحص الحمض النووي DNA في معامل ومختبرات سويسرية متخصصة بإشراف ومتابعة من الصليب الأحمر الدولي لعينة الرفات الصغيرة (١٨ جرام تقريباً) التي عثر عليها في حقل ألغام بالعراق أنها تعود للطيار السعودي (نقلاً عن الشرق الأوسط، العدد ٨٠٨١، ص ٢ ، ١٢/ ١/ ٢٠٠١م). كما تمكن العلماء أيضاً من التعرف على عظام القيصر الروسي نيقولاس

الثاني وعائلته في عام ١٩٩٣م م بواسطة تقنية (PCR) ( Inman & Rudin, 1997).

## ٤ . ٣ إثبات درجة القرابة بين الأفراد

يُمكن استخدام البصمة الوراثية لإثبات درجة القرابة في الأسرة ومعرفة الأقارب من غير الأقارب، وذلك في حالات ادعاء القرابة بغرض الإرث بعد وفاة أحد الأثرياء. وكذلك في حالات الهجرة خاصة إلى دول أوربا وأمريكا إذ يدعي المهاجر الذي يحمل الجنسية الأوربية أو الأمريكية أن الأشخاص الذين بصحبته هم أولاده ويطلب تسهيل دخولهم البلاد وحصولهم على الإقامة الشرعية، ومن ثم الجنسية. وتُطبق الجوازات في أوربا وأمريكا تقنية الحمض النووي DNA لمعرفة حقيقة هذه الادعاءات. ويتم ذلك بأخذ عينة دم من هؤلاء الأشخاص ومقارنة الأنماط الجينية لهم (الحبشي والمنصوري: ١٩٩٣م).

ويُمكن اللجوء إلى البصمة الوراثية أيضاً في حالات القبض على مجرمي شراء أو اختطاف الأطفال ووجود عدد من الأولاد لديهم، وذلك لإرجاعهم إلى ذويهم. ففي إحدى القضايا تم القبض على امرأة كانت تقوم باختطاف الأطفال، وعند قيام الشرطة بتفتيش منزلها وجدت تسعة أطفال. وادعت المرأة أن ثلاثة من هؤلاء الأطفال هم أبنائها حيث أنها تزوجت من رجلين أنجبت اثنين من الأول ومن الثاني واحداً. وبعد إجراء التحقيقات اللازمة أمكن التعرف على ثلاثة من الأطفال المفقودين من آبائهم وسلموا إليهم. وتقدم أب فقد ابنته منذ فترة طويلة فطلبت الشرطة فحص هذه القضية في المختبرات الجنائية وإثبات نسب الأطفال الباقين أو نفيهم

عن الأشخاص المتقدمين. وبإجراء فحص الحمض النووي DNA ثبت أن ثلاثة من الأطفال الباقين لديها هم أبناء لها وأنها وبشكل قاطع الأم الحقيقية لهم، وأن زوجها الثاني هو الأب الحقيقي لطفلها الثالث. أما الأطفال الثلاثة الباقون فسلموا إلى دار الرعاية الاجتماعية، وبعد ذلك تقدمت امرأة مدعية أنها أم طفلة منهم وتم إثبات ذلك بفحص الحمض النووي DNA (العتيبي: ١٤٢٠هـ).

## ٤ . ٤ التعرف على المجرمين في الجرائم المختلفة

تستخدم البصمة الوراثية في تحديد شخصية صاحب الأثر والتعرف على المجرمين في العديد من القضايا الجنائية، مثل تحديد شخصية صاحب الدم في جرائم القتل، وتحديد شخصية صاحب المني أو الشعر أو الجلد في جرائم الاعتداء الجنسي. وكذلك معرفة شخصية صاحب اللعاب الموجود على بقايا المأكولات وأعقاب السجائر في جرائم السرقة والقتل، أو الموجود على العضة الآدمية في جرائم الاغتصاب، أو الموجود على طوابع البريد ومظاريف الرسائل، وذلك في حالات الطرود الملغومة ورسائل التهديد أو الاختطاف، حيث يستعمل الشخص أحياناً اللعاب في لصق طوابع البريد أو الأظرف (الجندي، ٢٠٠٠م: ٢٢٩).

في مثل تلك الجرائم-وطبقاً لنظرية تبادل المواد أو مبدأ لوكارد-يحدث تبادل بين كل من الجاني والمجنى عليه ومسرح الحادث مما ينتج عنه وجود آثار مادية بيولوجية على أي من عناصر الجريمة الثلاثة مثل آثار الدماء، المني، الشعر، اللعاب، الأسنان، أنسجة بشرية .... الخ. ويمكن عمل بصمة الحمض النووي من أي من هذه الآثار البيولوجية ومقارنتها مع بصمة

الحمض النووي DNA للمتهمين والمجنى عليهم. وبذلك يمكن الربط بين المتهم والجريمة والتعرف على المجرمين بكل دقة، حيث أن بصمة الحمض النووي DNA تعتبر دليل نفي وإثبات قاطع لأنه كما أسلفنا أن لكل إنسان بصمته الوراثية الخاصة به والتي لا تتشابه مع أي إنسان آخر (الجندي والحصيني، ٢٠٠٠م).

### الشكل رقم (٢١)

### دور بصمة الحمض النووي DNA في إثبات القرابة في حالة الهجرة والجوازات)

| الأب | الطفل١ | الطفل٢ | الطفل٣ | الطفل٤ | الأم |
|---|---|---|---|---|---|

يتضح من هذا الشكل أن جميع الأولاد محل الفحص أخذوا نصف الصفات الوراثية الموجودة فيهم من هذه الأم، والأولاد أرقام ٢، ٣، ٤ أخذوا نصف صفاتهم الوراثية من الأب محل الفحص، أي أن هؤلاء الأولاد الثلاثة هم أولاد لكل من الأب والأم. أما الولد رقم ١ فهو ليس ابناً لهذا الأب، مما يدل على أن الأم أنجبت منه ثلاثة أولاد.

## الشكل رقم (٢٢)

## دور بصمة الحمض النووي DNA في التعرف على المشتبه فيهم في جرائم الاغتصاب خاصة في حالات الاشتباه في أكثر من شخص

| تلوثات منوية من المجنى عليها | للمشتبه فيه٣ | للمشتبه فيه٢ | | | للمشتبه فيه١ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | دم | شعر | دم | مني | شعر | دم | مني |

يمكن التعرف على المشتبه فيهم بدقة من خلال فحص التلوثات المنوية الموجودة على ملابس المجنى عليها أو المأخوذة بالمسحات المهبلية ومقارنة بصمة الحمض النووي DNA الناتجة مع بصمة الحمض النووي DNA للمشتبه فيهم. والشكل أعلاه يوضح أن هناك اثنان اشتركا في جريمة الاغتصاب، لظهور أربعة خطوط في عينة التلوثات المنوية المرفوعة من المجنى عليها، وتطابق هذه الخطوط مع الخطوط الناتجة في كل من المشتبه فيه رقم ١ والمشتبه فيه رقم ٣.

## الشكل رقم (٢٣)

## دور بصمة الحمض النووي DNA في جرائم القتل

| تلوثات دموية للمشتبه فيه ١ | تلوثات دموية للمشتبه فيه ٢ | تلوثات دموية من مسرح الحادثة | تلوثات دموية للمشتبه فيه ٣ | تلوثات دموية للمشتبه فيه ٤ | تلوثات دموية للمشتبه فيه ٥ |
|---|---|---|---|---|---|

في هذه القضية وجد المحقق تلوثات دموية في مسرح الحادث في جريمة قتل، ووجد أن الدم لا يخص المجنى عليه، وبعمل بصمة الحمض النووي DNA لهذه التلوثات ومقارنتها مع بصمة الحمض النووي DNA لكل المشتبه فيهم وجد ـ كما هو موضح بالشكل ـ أن بصمة الحمض النووي DNA للمشتبه فيه رقم ٣ تتطابق مع بصمة الحمض النووي DNA للتلوثات الدموية التي وجدت في مسرح الحادث، مما يدل على أنه مصدر هذه التلوثات بصورة قاطعة.

## ٤ . ٥ تحديد الجنس

تحديد الجنس للآثار البيولوجية مهم في علم الطب الشرعي وعلم الآثار القديمة والأنثروبولوجيا التي تبحث في أصل الجنس البشري وتطوره. ففي مجال الطب الشرعي يُعتبر تحديد الجنس للآثار البيولوجية المتخلفة في مسرح الجريمة عنصراً مهماً بالنسبة لجرائم القتل (Lin et al: 1995). ويُمكن معرفة ما إذا كانت تلك الآثار تخص ذكراً أم أنثى وذلك بفحص الحمض النووي DNA في الكروموسومات الجنسية الموجودة في نواة الخلية كما سبق ذكره. فإذا كانت (XY) فإن الآثار تعود إلى ذكر، وإذا كانت (XX) فإنها ترجع إلى أنثى. وبذلك يُمكن استبعاد ٥٠٪ من الناس.

كما أن تحديد الجنس بواسطة تقنية (PCR) قد يكون مهماً وذا فائدة عظيمة في حالات إرث الخنثى وعند إجراء جراحة لتثبيت جنس الجنثى. والخنثى شخص اشتُبه في أمره ولم يدر أذكر أم أنثى، إما لأن له ذكراً أو فرجاً معاً أو لأنه ليس له شيئاً منهما أصلاً، كيف يرث؟ إن تبين أنه ذكر ورث ميراث الذكر وإن تبين أنه أنثى ورث ميراثها، وهو في هاتين الحالتين يُقال له خنثى غير مشكل. فإن لم يُعرف أذكر هو أم أنثى بأن لم تظهر علامة من علامات الذكورة أو الأنوثة أو ظهرت وتعارضت، فهو الخنثى المشكل. وقد اختلف الفقهاء في حكمه من حيث الميراث، قال مالك: يأخذ المتوسط بين نصيبي الذكر والأنثى، وقال أبو حنيفة: أنه يُفرض أنه ذكر ثم يفرض أنه أنثى ويُعامل بعد ذلك بأسوء الحالين، وقال الشافعي: يُعامل كل من الورثة والخنثى بأقل النصيبين، وقال أحمد: إن كان يُرجى ظهور حاله يُعامل كل منه ومن الورثة بالأقل ويوقف الباقي وإن لم يرج ظهور الأمر يأخذ المتوسط بين نصيبي الذكر والأنثى. وهذا الرأي الأخير هو الأرجح (سابق:

١٩٩٠م). هنا نرى أن أخذ عينة دم وتحديد النمط الجيني للكروموسومات الجنسية قد يحل المسألة، فإذا اتضح أن النمط الجيني يحتوي على (Y) كروموسوم فهو ذكر وإن لم يحتوي على هذا الكرومسوم فهو أنثى، حيث أن هذا الكروموسوم هو الذي يحدد الذكورة.

عند إجراء جراحة لتثبيت جنس الخنثى ـ سواء كان بالغا أو طفلاً ـ تظهر مشكلة، هي كيف نختار الجنس لمن توجد عنده صفتا الذكورة والأنوثة معاً ويمكنه القيام بالوظيفتين عضوياً. رأى بعض الفقهاء أنه كلما كان إجراء هذه الجراحة من الصغر كان أفضل حتى ينشأ الطفل على جنس محدد، وللطبيب الحق في تحديد الجنس للخنثى حسبما يتأكد لديه من علامات. أما إذا كانت الجراحة في سن كبيرة كان من حق الشخص الخنثى نفسه اختيار الجنس الذي يميل إليه. هنا نرى أنه يمكن تحديد الجنس للخنثى بصورة دقيقة بفحص النمط الجيني للكروموسومات الجنسية، ولا يترك الأمر لاختيار الشخص لما يترتب على ذلك من مشاكل شرعية كالإرث أو أخلاقية، فإذا كانت XX فهو أنثى حتى ولو كان مظهره ذكراً، أما إذا احتوى على الكروموسوم Y فهوذكر حتى ولو كان مظهره أنثى، وبذلك يمكن إجراء جراحة تثبيت جنس الخنثى على أسس علمية ثابتة.

## ٤ . ٦ اختبار سبب الموت المفاجئ

إن حدوث قصور دموي لعضلة القلب وتكراره نتيجة لحدوث تصلب الشرايين التاجية يؤدي إلى ارتفاع نسبة طفرة جينية (حدوث تعديل طفيف في تتابع النيوكليوتيد). واكتشاف تلك الطفرة في الحمض النووي DNA بعضلة القلب يسهل فهم سبب الموت المفاجئ في صغار السن واستبعاد أي شبهة جنائية.

## ٤ . ٧ تشخيص وعلاج الأمراض

حقق جهاز مضاعفة الحمض النووي (PCR) اختراقاً نوعياً في الكشف المباشر عن أي أثر جيني مهما كان تافهاً، فمن تطبيقاته الكشف عن مرض الإيدز. فالطريقة القديمة كانت تقوم على اكتشاف مضادات الأجسام، وهي تلك الأجسام التي يكونها الجسم بعد تعرضه للمرض في مدى أشهر من الإصابة بفيروس الإيدز، في حين أن هذه التقنية تقوم بالكشف المباشر عن كتلة الحمض النووي DNA التي يحويها الفيروس مباشرة. فيُمكن بهذه التقنية الكشف عن مرض الإيدز خلال لحظات من الإصابة به طالما دخل الفيروس الجسم. ليس هذا المرض فقط بل أيضاً يُمكن الكشف عن مرض الالتهاب الكبدي الفيروسي C (جلبي، ٢٠٠٠م).

كما يُمكن تطبيق تقنيات الحمض النووي DNA في تشخيص التشوهات الخلقية للأجنة في مرحلة ما قبل الولادة وتشخيص الأمراض الوراثية المحتملة في المستقبل. وحيث أن أحد التغيرات الجوهرية المرتبطة ببداية حدوث السرطان هي تعديل في محتويات الحمض النووي DNA في النواة، فالخلايا السرطانية عادة تحتوي على كمية كبيرة ومختلفة من الحمض النووي DNA (كل خلايا الجسم تحتوي على نفس كمية الحمض البنووي DNA). وعليه فإن قياس كمية الحمض النووي DNA في النواة طريقة مناسبة لكشف الخلايا غير الطبيعية أو السرطانية (Tucker: 1997).

كما أن أعظم إنجاز يُمكن أن يُستفاد من تقنيات الحمض النووي DNA هو العلاج بالجينات (Genotherapy)، حيث يتم ذلك بواسطة استبدال الجين المسئول عن مرض معين بجين سليم كما في أمراض السرطان والأمراض الوراثية. وأيضاً إنتاج العديد من الهرمونات والإنزيمات بالهندسة الوراثية

مثل صنع هرمون الأنسولين لعلاج المصابين بمرض السكر، وإنتاج خلايا معينة بالاستنساخ لاستخدامها في زراعة الأعضاء مثل إنتاج خلايا الكبد لعلاج الشخص المصاب بتليف الكبد (Wilmut et al: 1997).

# الفصل الخامس

# نظرة تحليلية في تقنيات DNA

# نظرة تحليلية في تقنيات DNA

وجد العلماء أن تقنية البصمة الوراثية أكثر قدرة في التمييز بين الأفراد من التقنيات السابقة التي كانت تطبق على الآثار البيولوجية مثل تحديد فصائل الدم وتحديد أنواع معينة من البروتينيات والإنزيمات، لأن تلك العوامل الوراثية يشترك فيها عدد كبير من الناس. ففصيلة الدم (A) مثلا توجد بنسبة ٣٥٪ في الجنس القوقازي.

أما البصمة الوراثية فقد لا تتكرر إلا في شخص واحد كل عدة بلايين من الناس. وبذلك فهي قد تساعد العدالة في التعرف على المجرمين وتكشف النقاب عن غموض الكثير من الجرائم المختلفة، والتي لم يكن بالإمكان حلها لولا وجود تلك البصمة الوراثية المبنية على أسس علمية ثابتة تمكن القضاء من أن يواجه بها المتهم كدليل إثبات قوي أو دليل نفي أمام المحاكم. فالبصمة الوراثية تستخدم عالمياً في الوقت الحاضر لتمييز كل فرد عن الآخر، والتحقق من هوية الأشخاص، والتأكد من القرابة الوراثية، كما يُمكن استخدامها أمام المحاكم في قضايا البنوة المتنازع عليها (Knight: 1997). فاكتشاف تقنية مضاعفة الحمض النووي DNA جعلت البصمة الوراثية في مقدمة الأدلة الفنية التي يمكن لجهات التحقيق أو المحكمة الاعتماد عليها كقرائن قاطعة.

لكن السؤال المطروح الآن هو ما المميزات التي جعلت البصمة الوراثية حقيقة مؤكدة ومقبولة لدى الكثيرين كدليل إثبات ونفي؟ وما قوة تقنيات الحمض النووي DNA في التمييز بين الأشخاص؟ وما مدى وثوق القضاء بتلك التقنيات للتعرف على المجرمين؟ هذا من ناحية، ومن ناحية أخرى ما

أوجه القصور والسلبيات للبصمة الوراثية؟ وهل يمكن تشكيك القضاء من الناحية العلمية بالبصمة الوراثية؟ وأخيراً هل يمكن للمجرمين التحايل على تقنية البصمة الوراثية؟

## ٥ . ١ مميزات تقنيات DNA

من الناحية العلمية تعتبر البصمة الوراثية دليل نفي وإثبات تكاد تكون قاطعة، وليس هناك أي سلبيات أو قيود - بشرط أن يتم التحليل بطريقة سليمة - لاستخدام البصمة الوراثية أمام المحاكم للفصل في عديد من القضايا المدنية أو الجنائية. فالبصمة الوراثية لها مميزات تجعلها تفوق كثيراً الأدلة التقليدية كبصمات الأصابع وفصائل الدم. فاحتمال التشابه بين البشر في البصمة الوراثية قد يصل إلى واحد كل عدة بلايين، بعكس الفصائل الدموية التي تعتبر دليل نفي فقط لاحتمال التشابه بين البشر في هذه الفصائل. ومن أهم ما يميز تقنية البصمة الوراثية ما يلي:

١ - يمكن تطبيق هذه التقنية على جميع العينات البيولوجية السائلة كالدم والمني واللعاب أو الأنسجة كالشعر والجلد والعظم. وهذه ميزة هامة في حالة عدم وجود بصمات أصابع للمجرم ووجود تلك الآثار مما يساعد في التعرف عليه في القضايا الجنائية المختلفة كالقتل والاعتداءات الجنسية والسرقة.

٢ - الحمض النووي DNA يمتاز بقوة ثبات كبيرة جداً في أقسى الظروف البيئية المختلفة (حرارة - رطوبة - جفاف)، إذ أنه يقاوم عوامل التحلل والتعفن لفترات طويلة جداً، وبذلك يبقى لفترات طويلة في العينات البيولوجية بينما لا يكون ذلك في الإنزيمات وفصائل الدم. وبذلك يمكن

استخلاصه من العينات البيولوجية الضئيلة جداً والمتحللة سواء السائلة منها أو الجافة، الحديثة أو القديمة. وقد تمكن العلماء من استخلاص الحمض النووي DNA من مومياوات قدماء المصريين وتحليله بنجاح (١٩٩٥Lin et al: 1995م).

٣- يمكن تخزين الحمض النووي DNA بعد استخلاصه من العينات ولفترات طويلة جداً.

٤ - تظهر قراءة تلك التقنيات في صورة يسهل قراءة نتائجها وعمل الإحصائيات اللازمة لهذه التقنيات ويمكن حفظها وتخزينها في الكمبيوتر لحين الطلب للمقارنة.

٥ - يمكن معرفة الجنس للعينات، أي هل العينة تعود لرجل أو لأنثى؟ وهذه نقطة مهمة في حالة العثور على دماء في جرائم القتل والسرقة لحصر المشتبه فيهم.

٦ - يمكن بواسطة تلك التقنيات معرفة العينات المختلطة خاصة الآثار المنوية المختلطة بالإفرازات المهبلية في جرائم الاغتصاب، وإرجاع كل عينة إلى مصدرها.

٧ - قوة التمييز لهذه التقنيات يزداد كلما زاد عدد الجينات والمواقع التي يتم فحصها، وتتراوح قوة التميز بين ٩٣٪ إلى أكثر من ٩٩,٩٩٩٪ .

٨ - يمكن بواسطة تطبيق تقنية DNA إثبات وقوع الجريمة في حالات اختفاء جسم الجريمة (الجثة) ووجود آثار منها كالدماء أو العظام، إذ يمكن إرجاع هذه الآثار إلى المجنى عليه والتأكد من وقوع الجريمة، بشرط وجود أشخاص قد قاموا بالإبلاغ عن مفقودين حتى يُمكن الرجوع إليهم وعمل المقارنة.

وهناك قضية تعتبر الأولى من نوعها منذ معرفة البصمة الوراثية وحدثت في الولايات المتحدة الأمريكية، وتفاصيلها أن والدي إحدى السيدات أبلغا عن اختفاء أبنتهما منذ حوالي شهر وأنهم يشكون في ظروف اختفائها نظراً لخلافاتها المتكررة مع زوجها. وبالتحقيق مع الزوج ادعى أنها غادرت المنزل بعد خلافات عادية وأنه ينتظر عودتها في أي وقت، وقد تكرر ذلك من قبل، وبفحص المكان، أي منزل الزوج، لم يعثر المحقق على الجثة أو دليل واحد لتوقيف الزوج ولكنه عثر على آثار دماء قديمة نسبياً. وبتطبيق تقنية البصمة الوراثية على هذه الدماء والرجوع إلى والدي الزوجة المختفية لإجراء البصمة الوراثية لهما أمكن التأكد من أن هذه ا لدماء تعود إلى أبنتهما، حيث وجد أن نصفها من الأب والنصف الآخر من الأم. فاعترف الزوج بجريمته وتم العثور على الجثة وتحقيق العدالة. وفي قضية أخرى عثر أحد الضباط على ثلاثة أسنان على الأرض أثناء تفتيش منزل أحد تجار المخدرات، وتوقع أن تكون هذه الأسنان قد تحطمت أثناء شجار حدث بين التاجر وأحد الأشخاص المشتبه فيهم. وبتطبيق تقنية البصمة الوراثية على الأسنان (النخاع) والرجوع إلى والدي الشخص المشتبه تم التعرف على المجنى عليه، ودل التاجر رجال الشرطة على المكان الذي دفن فيه الجثة.

## ٥ . ٢ سلبيات تقنيات DNA:

هناك بعض السلبيات التي قد تقلل من أهمية تقنيات الحمض النووي DNA، فنظراً لدقة هذه التقنيات، فإن احتمال الخطأ والتشكيك في النتائج وارد مادام هناك تدخل من البشر وذلك من خلال تلوث العينة المشتبه فيها أو المراد فحصها بعينة أخرى أثناء جمع الأثر أو نقله، أو بعينات تحت

الفحص في نفس الوقت، إما نتيجة عدم تغيير القفازات بعد جمع أو فحص كل عينة أو نتيجة فحص عينات مختلفة على طاولة واحدة في نفس المعمل مما يؤدي إلى اختلاط الحمض النووي من عينة إلى أخرى. أو تلوث العينة بالكائنات الحية الدقيقة كالبكتريا والفطريات، حيث تقوم بتقطيع جزيء الحمض النووي. وأيضاً خلط العينات بين الجاني والمجنى عليه خاصة عينات الدم (الحنيطي : ١٩٩٩م).

والنقطة الهامة هي وجود احتمال تبديل العينات عرضياً بواسطة الفاحص مما يؤدي إلى تصنيف غير صحيح للحمض النووي Inman DNA) (& Rudin: 1997. كما يحدث الخطأ أيضاً نتيجة وجود عيوب في الطريقة أو الإحصاء أو نقص المعدات العلمية في المختبر الذي تُجرى فيه عملية الفحص (الجندي و الحصيني: ٢٠٠٠م). كما يصعب التأكد من النتائج في حالة التقارب العائلي، ويتعذر التفريق في حالة التوائم المتطابقة، لأن الحمض النووي (DNA) متماثل في تلك التوائم. فالتوأم المتطابق عبارة عن شخصان متطابقان تماماً في صفاتهما الظاهرية وفي صفاتهما الجينية الخفية. فلو افترضنا أن أحد التوأمين ارتكب جريمة فكيف يُمكن للبصمة الوراثية أن تميز وتفرق بينهما في ساحة العدالة؟

إلا أن التقدم المستمر في علم الهندسة الوراثية وتقنيات علم البيولوجيا الجزئية جعل البصمة الوراثية في مقدمة الأدلة الفنية التي تعتمد عليها المحاكم في رسم تصور فني للوقائع يتفق أو يختلف مع التصور القولي المستمد من شهادة شهود الرؤيا أو الاعتراف، مما يساعد جهات التحقيق على الحكم الصحيح على الوقائع. فقد أدت التقنيات المحسنة لتحليل الحمض النووي (PCR) إلى فصل الحمض النووي DNA من العينات المختلطة والضئيلة جداً. كما أن معظم الدول قد وضعت ضوابط ومقاييس للتأكد من إجراء

التحليل بدقة متناهية، وتوحيد الطريقة التي يجري بها التحليل والمواد المستخدمة في التحليل حتى تكون من أدق الأدلة الفنية التي يمكن للمحاكم الاعتماد عليها كقرائن قاطعة. ومع ذلك فإن القاضي سيظل هو المرجع الأخير الذي له أن يأخذ بنتيجة تقنية الحمض النووي DNA أو لا يأخذ بها في إصدار الأحكام، إذا استطاع الدفاع أن يأتي بخبير علمي يستطيع أن يُزعزع يقين القاضي من الناحية العلمية أو الفنية في نتيجة التحليل فيستبعد البصمة الوراثية كدليل مادي لكي يستريح ضميره.

## ٥ . ٣ مميزات وسلبيات تقنية حصر الأجزاء مُتعددة الأشكال RFLP

تعتبر هذه التقنية أكثر دقة من التقنيات المستخدمة لعمل البصمة الوراثية في التمييز بين الأشخاص، حيث أن لها قوة تمييز كبيرة تصل إلى واحد من عدة بلايين. وبذلك يمكن بواسطتها الجزم إلى حد كبير بانتماء عينة ما إلى شخص معين من الناس. فهذه التقنية لها القدرة على الكشف عن قضايا البنوة والقضايا الجنائية، وكذلك يمكن بواسطتها معرفة العينات المختلطة وإرجاع كل عينة إلى مصدرها. وهناك حقيقتان تسهمان في قوة التمييز الكبيرة لهذه التقنية: الأولى هي فحص مواقع كثيرة، وكلما زاد عدد المواقع التي يتم فحصها كلما زادت فرصة إيجاد اختلاف في الحمض النووي DNA بين الناس. وتوجد حاليا في مختبرات فحص العوامل الوراثية مسابر لأكثر من خمسة عشر موقعاً مختلفاً. والثانية أن المواقع التي يتم فحصها في جزء من الحمض النووي (DNA) لديها ما يزيد على مئات الاختلافات عند كل موقع، مما يزيد فرصة وجود اختلاف في الحمض النووي بين الناس. وتظهر نتائج هذه التقنية واضحة جداً بحيث يمكن قراءتها بالعين المجردة،

كما يمكن تحديد طول كل مقطع وراثي ومقارنته وحفظه عن طريق كمبيوتر خاص لهذا الغرض كجهاز Bioimage .

أما عن سلبيات هذه التقنية فإن الفحص فيها يستغرق شهراً واحداً تقريباً، وتحتاج إلى نوعية جيدة وكمية كافية من الحمض النووي DNA قد لا تتوافر في عينات مسرح الجريمة مثل شعرة واحدة أو قطرة دم ضئيلة. ولا يُمكن بواسطتها فحص بعض العينات كالأسنان والعظام القديمة. ولكي يتم فحص تلك العينات لا بد من استخدام تقنية (PCR)، إذا يُمكن بواسطتها الحصول على كمية كافية من (DNA) من شعرة واحدة (Higuchi et al: 1998). كما أن هناك صعوبة في إعداد الإحصائيات اللازمة (العتيبي، ١٤٢٠هـ). ففي هذه التقنية يتم أولاً معرفة إن كانت العينة تحتوي على أي مادة وراثية أم لا خلال الأربعة وعشرين ساعة الأولى، ثم في خلال اليومين التاليين يُمكن تحديد إن كانت المادة الوراثية الموجودة كافية ومناسبة لإجراء تحليل الحمض النووي DNA. وإن كانت الكمية كافية وذا نوعية جيدة فإن الأمر يحتاج إلى حوالي أسبوعين أو أكثر لمعرفة لمن ينتمي هذا الحمض النووي.

## ٥ . ٤ مميزات وسلبيات تقنية نسخ الجينات PCR

تمتاز هذه التقنية أيضاً بقوة تمييز عالية جداً تصل إلى ٩٣٪، وتزداد كلما زاد عدد الجينات التي يتم فحصها بتلك التقنية لتصل إلى أكثر من ٩٩,٩٪ (العتيبي: ١٤٢٠هـ). وعلى عكس تقنية RFLP فإن تقنية PCR تمتاز بسرعة تحليل العينات، إذ يحتاج الفحص إلى يومين فقط. ويمكن بواسطتها مقارنة العينات الضئيلة جداً وكذلك العينات القديمة والمتحللة.

وهذه نقطة مهمة خاصة في القضايا الجنائية (DiMaio & Dana: 1998) . كما تمتاز بسهولة عمل الإحصائيات اللازمة وسهولة قراءة النتائج وسهولة استخلاص المادة الوراثية الموجودة في العينات، وبأن المحاليل الكيميائية المستخدمة أقل خطورة. وتكمن سلبيات هذه التقنية الحديثة في النواحي الفنية المتعلقة بها أو في النواحي الإجرائية أو في أخذ القاضي بها أو عدم أخذه بنتائجها. كما أن قوة التمييز بين الأشخاص في هذه التقنية أقل من تقنية حصر الأجزاء متعددة الأشكال (RFLP) .

## ٥ . ٥ مدى دقة البصمة الوراثية في التمييز بين الأشخاص

كما سبق ذكره فإن البصمة الوراثية ما هي إلا تتابع القواعد النيتروجينية في جزء من الحمض النووي DNA أو ما يعرف بالأنماط الجينية للأفراد. ولكي يتم لنا معرفة دقة البصمة الوراثية في تحديد هوية الأشخاص والتمييز بينهم، لابد من دراسة عدد الأنماط الجينية فيما يلي :

### أولاً: تحديد عدد الأنماط لجين واحد:

يتم تحديد عدد الأنماط الجينية بمعرفة عدد الأليل للجين No.of allele وأن كل شخص يحمل زوجين من الأليل لكل جين (عامل وراثي أو صفة وراثية)، أحدهما يرثه من الأب والآخر يرثه من الأم. فمثلاً لو أخذنا إحدى الجينات المعروفة حالياً والذي كان أول نظام متاح لتحليل الحمض النووي DNA بتقنية مضاعفة المادة الوراثية (PCR) وهو HLADQ α، وحالياً يشار إلى هذا الموقع من الحمض النووي بـ HLADQA1، نجد أن له ستة ألائل منتشرة بين الناس هي (1.1,1.2,1.3,2, 3,4) . ويمكن حساب عدد أنماط هذا الجين بخاصية التوافقية أو بالطريقة التالية: عدد الأليل

x (الأليل + ١ ) ÷ ٢ ، أي أن عدد أنماط جين الـ HLADQ α هو ٦ x ٦ (١ + ١) ÷ ٢ ، ويساوي ٢١ نمطاً جينياً مختلفاً منتشرة بين الناس . فمثلاً قد يكون النمط الجيني لـ DQ α هو ( 1.3 , 2 ) أو ( 3,4 ) أي heterozygous أو homozygous مثل (٣,٣) أو (١ . 2 , 1 . 2) ... . . . . . . وهكذا (العتيبي، ١٤٢٠هـ). ويُشير DQ α الآن فقط إلى نظام التصنيف الأساسي والذي لا يتم فيه تحديد نمط ٤ من الألائل، أما DQA1 فهو يشير إلى الموقع نفسه وأيضاً إلى نظام التصنيف الحديث المُحسن لتعيين أنماط هذا الموقع والذي يشمل تصنيف للأليل ٤ . وذلك لأن الأليل ٤ والأليل ١ يمكن أن تنقسم إلى أنماط فرعية مما يؤدي إلى أن المجموع الكلي للأنماط الجينية التي يمكن الكشف عنها هي ٤٢ نمطاً جينياً، وعليه تزداد قوة التمييز بين الأشخاص بنسبة قليلة عن موقع DQ α (Inman & Rudin, 1997) .

**ثانياً: تحديد عدد الأنماط الجينية لعدد من الجينات:**

يمكن حساب عدد الأنماط الجينية المفترض انتشارها بين الناس لعدد من الجينات، وذلك بضرب عدد الأنماط الجينية لتلك الجينات مع بعضها (عدد أنماط الجين أ × عدد أنماط الجين ب × ... . . ). فمثلاً عدد أنماط جين HLA- DQ α هو ٢١ نمطاً جينياً، وعدد أنماط جين LDLR هو ٣ . وبذلك يكون عدد الأنماط الجينية لهذين الجينين هو ٢١ × ٣ = ٦٣ ، معنى ذلك أنه كلما زاد عدد الجينات كلما زاد عدد الأنماط الجينية وبالتالي زيادة قوة التمييز بين الأشخاص (العتيبي، ١٤٢٠هـ).

وبالنظر - في الوقت الحالي - إلى عدد الجينات التي تُفحص في معظم مختبرات الحمض النووي DNA العالمية ومعرفة عدد الألائل لكل جين وعدد الأنماط الجينية المفترض وجودها لجميع تلك الجينات، نجد أن محصلة

عدد الأنماط الجينية المفترض انتشارها بين الناس كبير جداً. وهذا بالتأكيد يوضح لنا الفرق الشاسع بين تقنيات الحمض النووي DNA وتقنية الكشف عن فصائل الدم (أربع فصائل فقط) وتحديد أنواع معينة من البروتينات والإنزيمات .

## ثالثاً: نظم المعلومات الوراثية:

بدأت معظم المختبرات الجنائية المتقدمة المختصة بفحص وتحليل الحمض النووي DNA في عمل نظم معلومات و قواعد بيانات إحصائية يتم من خلالها حساب تكرار الأنماط الجينية في مجتمع معين من الناس . وذلك عن طريق أخذ عينات عشوائية من شريحة من المجتمع وتحليلها ومعرفة الأنماط الجينية التي يحملونها وتحديد نسبة تكرارها وتخزينها . وتساعد قاعدة المعلومات تلك على مناقشة نتائج اختبارات الحمض النووي DNA وكتابة التقارير على أسس علمية ثابتة وحسابات دقيقة أكثر تحفظاً وموضوعية . كما أن عمل قاعدة معلومات للمشتبه فيهم-التي يتم إجراؤها في إنجلترا وأمريكا- توفر الدليل الكافي للتعرف على المجرم في حالة العثور على آثار بيولوجية مجهولة بمسرح الجريمة أو بالمجنى عليه وتطابق أنماطها الجينية مع أحد أنماط DNA المخزنة بتلك القاعدة .

وتشمل قاعدة البيانات ثلاثة أجزاء : أنماط الحمض النووي DNA من العينات الجنائية المتخلفة بمسرح الحادث للمجرمين المجهولين وتسمى أنماط مسرح الجريمة ، وأنماط للمجرمين ، وأنماط للأشخاص المفقودين أو أقاربهم . وعند تحديد أنماط DNA لعينة مرفوعة من مسرح جريمة ما تضاف إلى القاعدة وتتم مقارنتها مع أنماط مسرح الجريمة وأنماط المجرمين . فإذا تطابقت أنماط عينة مسرح الجريمة محل البحث مع نمط مسرح الجريمة في

القاعدة، فهذا معناه أنهما من شخص واحد، وبذلك يُمكن ربط الجرائم ببعضها. ولو تطابقت عينة من شخص مشتبه فيه مع نمط مسرح الجريمة في القاعدة فهذا معناه أنه الجاني.

وفي بريطانيا يُمكن عمل أنماط DNA من أي شخص تم اعتقاله لأي جريمة كانت أو حذرته الشرطة رسمياً لارتكابه مخالفات، ويتم ذلك عن طريق أخذ عينة دم أو مسح قطعة قطن داخل الفم لاستخلاص الحمض النووي DNA وإضافته لقاعدة البيانات. وفي يناير عام ٢٠٠٠م احتوى نظام المعلومات الوراثية في بريطانيا على بيانات عن ٦٦٠٠٠٠ شخص بمن فيهم رئيس الوزراء توني بلير والذي وضع عينة DNA الخاصة به طوعاً لتحفيز الآخرين. وبمساعدة هذا النظام تم ربط ٥٩٠٥٤ مشتبه بهم بمسرح الجريمة خلال أربع سنوات ونصف، وفي ٨٦٣٩ حالة أخرى تم ربط عدة جرائم غير محلوله بجرائم أخرى مما مكن الشرطة من استنتاج نمط الجريمة. كما ساعد هذا النظام على حل ٧٠١ جريمة كبرى منها القتل والاغتصاب والحرق المتعمد، وأكثر من ٥٠٠٠٠ سرقة منازل وسرقة سيارات ومخالفات صغرى كالاعتداء على الملكيات. وبذلك تمتلك بريطانيا نظم متفوقة للمعلومات الوراثية عن المشتبه فيهم وأحسن سجل لحل الجرائم بواسطة البصمة الوراثية ويتبعه النظام الأمريكي (نقلاً عن الشرق الأوسط، العدد ٧٨٠٠، ص ١٧ , ٦/ ٤/ ٢٠٠٠م).

ويُمكن توضيح مدى دقة البصمة الوراثية في التمييز بين الأشخاص والتحقق من الهوية في المثال التالي: إذا كان لدينا عينتا دماء، الأولى هي عينة دماء قياسية من المجنى عليه، والثانية عينة دماء وجدت على ملابس المشتبه فيه، فإنه يتم فحص الحمض النووي DNA لمجموعة الجينات المعروفة

حالياً وتدون كما في الجدول رقم (٤). من هذا الجدول يتضح بالمقارنة تطابق الأنماط الجينية لجميع الجينات بين كل من النمط الجيني لعينة المجنى عليه والنمط الجيني للعينة الموجودة على ملابس المُشتبه فيه وأن العينة الموجودة على ملابس المتهم تعود لأنثى. ويتم حساب نسبة التكرار للنمط الجيني العام لجميع الجينات المتطابقة في كل من العينتين عن طريق إجراء عملية ضرب لنسب تكرار الأنماط الجينية مع بعضها، ومقلوب حاصل الضرب الناتج (١ ÷ حاصل الضرب) يمثل نسبة تكرار هذا النمط الجيني في عدد معين من الناس. فإذا عرفنا أن مقلوب حاصل الضرب قد يصل إلى مائتي بليون، فإن معنى ذلك أنه إذا كان النمط الوراثي للجينات المذكورة في الجدول في شخص ما واحد كل مائتي بليون، فإن احتمال وجود شخص له نفس هذا النمط الجيني (البصمة الوراثية) قد يصل إلى١ : ٢٠٠ بليون (العتيبي، ١٤٢٠هـ).

## الجدول رقم (٤)

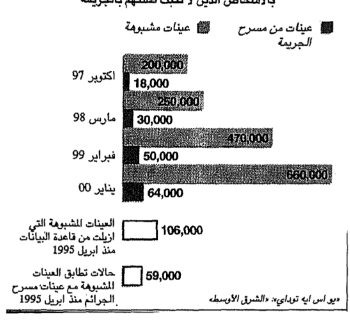
## يوضح نسبة تكرار الأنماط الجينية ـ نقلاً عن العتيبي ١٤٢٠هـ

| المورث | عينة قياسية من المجني عليه | العينة الموجودة على ملابس المتهم | تكرار هذا الشكل الجيني |
|---|---|---|---|
| HLA DQ α | 1.2,2 | 1.2,2 | 0.2340 |
| LDLR | BB | BB | 0.5680 |
| GYPA | AA | AA | 0.3725 |
| HBGG | BB | BB | 0.1428 |
| D7S8 | AB | AB | 0.1905 |
| G C | AC | AC | 0.2648 |
| D3S1358 | 18,14 | 18,14 | 0.005 |
| VWA | 9,12 | 9,12 | 0.0265 |
| FGA | 7,8 | 7,8 | 0.0028 |
| Amelogenin | XX | XX | 0.0091 |
| THO1 | 6,9 | 6,9 | 0.0048 |
| TPOX | 9,11 | 9,11 | 0.1257 |
| CSF1PO | 13,19 | 13,19 | 0.2340 |
| D8S1179 | 8,10 | 8,10 | 0.02111 |
| D21S11 | 11,15 | 11,15 | 0.1009 |
| D18S51 | 12,14 | 12,14 | 0.0022 |
| D5S818 | 14,17 | 14,17 | 0.0054 |
| D13S317 | 15,15 | 15,15 | 0.0315 |
| D7S820 | 15,19 | 15,19 | 0.05546 |

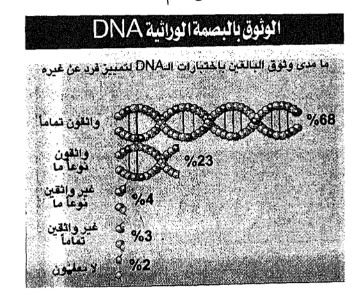
الشكل رقم (٢٤)

## قاعدة بيانات لعينات الحامض النووي في بريطانيا

**انطلق العمل بنظام خزن المعلومات في قاعدة بيانات الحامض النووي في بريطانيا عام 1995. ويقارن النظام عينات «دي ان ايه» استخلصت من المشبوهين، وكذلك من الموقوفين بتهمة ارتكاب الجرائم، وبين العينات التي استخلصت من مسرح الجريمة، ثم تزال المعلومات الخاصة بالاشخاص الذين لا تثبت صلتهم بالجريمة**




الشكل رقم (٢٥)



الشكل رقم (٢٦)




## ٥ . ٦ نماذج لبعض القضايا

### ٥ . ٦ . ١ نماذج لقضايا تُبين دقة البصمة الوراثية

من أمثلة القضايا التي تم فحصها بقسم فحوص العوامل الوراثية بإدارة الأدلة الجنائية بالأمن العام بالمملكة العربية السعودية، لبيان دقة البصمة الوراثية في التعرف على الأبوة وإثبات درجة القرابة والتحقق من هوية الأشخاص والتعرف على المجرمين، ما يلي : ـ

ـ وردت قضية من الشئون الصحية بشأن التباس في تسليم طفلتين حديثتي الولادة إلى والديهما في إحدى مستشفيات الولادة، وقد تم إخضاع الطفلتين ـ المشكوك في حصول تبديل لهما ـ والوالدتين لتقنية الحمض النووي DNA حيث تم الفصل في هذه القضية وإعادة كل طفلة إلى أمها الحقيقية .

- وردت قضية يدعي فيها شخص بأن زوجته ولدت طفلاً وهو يشك في نسبه إليه حيث أنه مصاب بالعجز الجنسي منذ سنة ونصف، وبإخضاع العينات المأخوذة من أطراف القضية لتقنية الحمض النووي DNA تبين أن المدعي ليس الأب الحقيقي للطفل. في هذه القضية نرى أنه كان من الواجب عدم تقديم البصمة الوراثية على اللعان.

- وردت قضية تفيد بأن مقيماً في المملكة العربية السعودية يبلغ من العمر ٧١ سنة، كان قد أحضر معه من بلده شخصاً منذ سنة على أنه ابنه المفقود منذ ثلاثين سنة، ولكنه وجد مع الشخص لاحقاً إثبات بأنه ليس ولده المفقود، وأنه من جنسية أخرى، وبعيد كل البعد عنه، وقد طلب إحالته للطب الشرعي لمعرفة الحقيقة. وبأخذ العينات من المُقيم (الأب المزعوم) وزوجته ومن الشخص الذي أحضره، تبين فعلاً - وبشكل قاطع - بأن هذا الشخص ليست له أي صلة به وأنه ليس ابنه المفقود.

- وردت قضية بشأن شخص تفيد امرأة بأنه أخوها الذي كان مفقوداً منذ ثلاثين عاماً وقد عُثر عليه مؤخراً، وتطلب تزويده بما يثبت أنه أخوها. وتم أخذ عينات الدم منها ومن الشخص الذي عثرت عليه ومن أشقاء المرأة وذلك لبناء القواعد الوراثية لأنماط الأبوين المتوفين للمرأة وأشقائها، وبالفعل تم بناء الأنماط الوراثية للأبوين من واقع المرأة وأشقائها، وبمقارنة هذه الأنماط مع الشخص الذي عثرت عليه المرأة والتي تدعي أنه أخوها المفقود تبين أن هذا الشخص لا يمت بأي صلة للمرأة وأشقائها وبالتالي فإنه ليس الأخ المفقود لهم.

- وردت قضية من دولة عربية شقيقة بشأن قضية قتل امرأة في بيتها واتهام زوجها وأخيه بقتلها، وقد وردت مع القضية عينات مناديل ورقية عليها

تلوثات منوية رفعت من منزل القتيلة، وبأخذ عينات قياسية من الزوج وأخيه ومن القتيلة وإخضاعها لتقنية DNA، تبين أن التلوثات المنوية لا تعود للزوج أو أخيه مما قد يوحي بأن القتل كان بسبب وجودها في خلوة غير شرعية مع شخص ما.

- قضية وردت بشأن ادعاء امرأة على شخص بأنها أنجبت منه طفلة وأنه والدها، وقد تم إخضاعهم جميعاً لتقنية الحمض النووي DNA الذي أثبت بطلان دعوى المرأة وأن هذا الشخص المدعى عليه ليس الأب الحقيقي للطفلة.

- قضية وردت من شعبة البحث الجنائي تتعلق بسرقات خزائن من شركات ومؤسسات ومحلات تجارية ووجود (٢١) متهماً بها، وحينما تم رفع عينات دماء ضئيلة من مسارح حوادث هذه السرقات، ومن ثم إخضاعها للمقارنة بتقنية الحمض النووي DNA مع عينات قياسية مأخوذة من المتهمين، تبين تطابق أحد هذه العينات المرفوعة من حوادث السرقة مع أحد المتهمين مما يؤكد أنه الذي قام بالسرقة بمساعدة زملائه.

وهناك قضية تناولتها المحاكم المصرية تطرقت عام ٢٠٠٠م إلى الأخذ بالبصمة الوراثية وشهدت جدلاً ساخناً في محكمة استئناف القاهرة، تناولت إنكار زوج لنسب طفل إليه مستنداً إلى التقارير الطبية التي تؤكد أن هذا الرجل لا ينجب وأنه وقع في غش الزوجة التي حاولت خداعه عن طريق الحمل بطريقة التلقيح الصناعي (طفل الأنابيب) من نطفة رجل غيره. من المؤكد أن أخذ نطفة من رجل غير الزوج ليتم بها إخصاب بويضة زوجة رجل آخر في أنبوب ثم يُعاد الجنين إلى رحمها لا يجوز شرعاً حفاظاً على الأنساب. وقد رأى البعض في هذه القضية الاستدلال من الزوجة على

المعمل الذي قام بالتلقيح الصناعي واستجوابه عن النطفة التي تم عن طريقها الإخصاب. إلا أن إقرار المعمل بأنها من الرجل لا يحل محل البصمة الوراثية ولا يثبت البنوة مع إنكار الزوج. فاللجوء إلى البصمة الوراثية هو الرأي الصواب والأكيد في إثبات أن النطفة من الزوج أومن رجل غيره وبالتالي إثبات البنوة أو نفيها في هذه القضية.

## ٥ . ٦ . ٢ نماذج لقضايا تبين أوجه القصور في البصمة الوراثية

كما ذكرنا سابقاً قد يوجد بعض أنواع القصور أو السلبيات في البصمة الوراثية، والتي قد تؤدي أحياناً إلى الإهدار الكامل لقيمتها كدليل فني، ويكون القصور في الجوانب الإجرائية أو يكون في الجوانب الفنية. بناء على ذلك يحاول الخصم أو دفاعه تفنيد دليل البصمة الوراثية في قاعة المحكمة ـ خاصة في القضايا الجنائية ـ لبيان أوجه قصور الجوانب الإجرائية أو الفنية بغرض التشكيك في دلالتها، مما يشكك القاضي في قيمة البصمة الوراثية كدليل إثبات.

ويكون قصور الجوانب الإجرائية في الأدلة الفنية معلوماً لدى دفاع الخصم ـ بحكم طبيعة عمله القانوني ـ أما قصور الجوانب الفنية فعادة ما يستعين الدفاع بخبراء واستشاريين لكشف ودراسة أوجه القصور الموجودة بالدليل الفني محل البحث في القضية. وتتلخص هذه الجوانب في: الأخطاء التي قد تحدث أثناء التعامل مع العينات من حيث رفعها، وتحريزها، وحفظها، وطريقة إرسالها إلى المختبرات، والتداول الخاطئ من قبل الخبراء للعينات أثناء فحصها بالمختبرات، وتداخل العينات بعضها مع بعض، أو تبديل العينات، وأخيراً التفسير الخاطئ للنتائج.

ولعل محاكمة العصر أو محاكمة القرن ـ كما يطلقون عليها ـ والتي اتهم فيها لاعب الكرة الأمريكي الشهير «أو . جي . سمسون» بقتل زوجته الشقراء وعشيقها من أشهر القضايا التي لم تأخذ المحكمة فيها بالبصمة الوراثية كدليل إثبات ، مع أن فحص الحمض النووي DNA أثبت تطابق البصمة الوراثية في كل من دم «أو . جي . سمسون» وبقعة الدم الذي وجدت على القفاز بمسرح الحادث . ذلك لأن أحد أعضاء فريق الدفاع أثبت لهيئة المحكمة أن هناك قصوراً في الجوانب الإجرائية وقصوراً في التعامل مع العينة ، فالشخص الذي قام برفع بقعة الدم من مسرح الحادث ليس هو نفس الشخص الذي شهد بذلك أمام المحكمة ، كما أن المختبر الذي قام بفحص العينة لا تتوافر فيه المعايير والمقاييس المعينة لعمل مثل هذه التقنية الدقيقة (تم الفحص بعد ذلك في أكثر من مختبر) . وعليه شكك الدفاع المحكمة في دقة التحليل ـ بالاستعانة بخبراء فنيين ـ وكان الحكم أن «أو . جي . سمسون» غير مذنب لأنه لم يكن هناك أي دليل آخر على إدانته .

كما أنه في عام ١٩٩١م تم اتهام شخص يدعى «روبرت هيس» في ولاية فلوريدا بجريمتي الاغتصاب والقتل العمد لامرأة تدعى «باميلا» ، إلا أنه لم يكن هناك أي شهود أو آثار له بمسرح الحادث سوى بقايا من سائل منوي . وباستخدام تقنية الحمض النووي DNA ، ثم تطابق البصمة الوراثية الناتجة من هذا السائل المنوي مع البصمة الوراثية لهذا الشخص . فحكم عليه بالموت صعقاً على الكرسي الكهربائي . ولكن الدفاع استأنف الحكم وشكك هيئة المحكمة في دقة التحليل لأنه تم إجراؤه في معمل خاص . وظلت القضية حتى عام ١٩٩٥م ، حيث أمرت المحكمة إعادة فحص الحمض النووي DNA بالتقنيات المتقدمة ، فثبت عدم تطابق البصمة الوراثية ، وعليه حكمت المحكمة ببراءته .

لذلك فإننا نستخلص من هذه القضايا أن القاضي سيظل هو المرجع الأخير لقبول البصمة الوراثية كدليل إدانة قوي أو عدم الأخذ بها إذا شكك الدفاع - بواسطة الاستعانة بالخبراء الفنيين - في نتيجة التحليل.

## ٥ . ٦ . ٣ أمثلة على محاولة التحايل والتلاعب بالبصمة الوراثية

لا يقتصر الأمر عند حد التشكيك في نتائج التحليل، فبعد أن تناقلت وسائل الإعلام قدرة البصمة الوراثية في الإدانة والتبرئة وكشفت بعض الأمور الخاصة بالحمض النووي DNA وقدرته في التمييز بين الأشخاص والتعرف عليهم، تزايد تفهم المجرمين للمسائل المتعلقة بالحمض النووي DNA، فحاولوا التوجه بإبداعاتهم الشريرة إلى الالتفاف حول تلك التقنية وإحباط استخدامها في الكشف عنهم وعن جرائمهم المدبرة. وبالفعل ساعدت البصمة الوراثية على تبرئة كثير من الأشخاص الذين تمت إدانتهم بالاغتصاب والقتل، إذ ثبت بفحص الحمض النووي DNA للسائل المنوي والدم الذي وجد بمسرح الجريمة وداخل الضحية إن ذلك السائل المنوي أو الدم ليس لهؤلاء المتهمين.

وإثر تزايد أعداد المجرمين الذين تمت تبرئتهم بواسطة البصمة الوراثية كان لابد من معرفة السر وراء تبرئة المتهمين الخاضعين لاختبار الحمض النووي DNA. وكانت الحقيقة مفاجأة أثارت عدة تساؤلات ودفعت البعض من العاملين في مجال التحقيق الجنائي إلى المطالبة بعدم كشف بعض الأمور الخاصة بفحوص الحمض النووي DNA والتي قد تساعد المجرمين في التحايل عليها. إذ وجدوا أن المجرمين الذين يقومون بالاغتصاب يحاولون تغطية آثارهم بواسطة عازل واقي طبي مع رش سائل منوي من

شخص غريب على الضحايا بعد اغتصابهم. ليس هذا فحسب، بل يقومون أيضاً بزرع ذلك السائل المنوي داخل الضحية بواسطة المحقن، وتعتبر محاولات التلاعب بفحوص الحمض النووي بعمر التقنية نفسها.

ففي أول قضية مسجلة من نوعها تتعلق بمحاولات المجرمين التحايل والتغلب على تقنية البصمة الوراثية ما حدث في إحدى القرى الإنجليزية عام ١٩٨٧م، حيث اتهم أحد عمال القرية باغتصاب فتاتين وقتلهما، وباستخدام تقنية الحمض النووي DNA لعينات دم من المتهم لم تتطابق البصمة الوراثية مع عينة الدم المرفوعة من مسرح الحادث فكانت البصمة الوراثية منفذاً لهذا المجرم، ولكن الله يمهل ولا يهمل، إذ قبضت عليه الشرطة بعدما سمعه أحد أهالي القرية يقول لصديق له أنه أخذ عينة دم من زميل له ودفع بها في مسرح الحادث بعد ارتكابه للجريمة.

ولعل رواية «افترض بريئاً Presumed Innocent» والتي سلطت عليها الأضواء بعد نشرها في عام ١٩٨٧م وأثارت عدة تساؤلات في جميع المجالات المتخصصة - قد توضح لنا إلى أي حد يمكن التحايل على البصمة الوراثية. وقد ألفها سكوت تورو، وهو مؤلف روايات قدير ومدعي عام فيدرالي سابق في شيكاغو بأمريكا، ويقول أنه سمع بقضايا حقيقية مشابهة لروايته (نقلاً عن الشرق الأوسط، العدد ٧٩٤٨، ص ١٩، ١/ ٩/ ٢٠٠٠م).

تبدأ الأحداث بالعثور على جثة فتاة في الثلاثين من عمرها مذبوحة وبها إصابة بالرأس من آلة حادة وكانت مقيدة القدمين مع اليدين من الخلف، وقام البوليس باستجواب عشرات المشتبه فيهم دون أن يستطيع إثبات التهمة على أحد. ثم تجدد الأمل أخيراً عندما أرسل الطبيب الشرعي عينة سائل من فرج الضحية إلى المختبر، فتبين أن بها سائل منوي وآثار لحبوب منع

الحمل. وبفحص الحمض النووي DNA للسائل المنوي المرفوع من الضحية تحددت التهمة في أحد الأشخاص لتطابق بصمته الوراثية مع تلك البصمة المنبثقة من السائل المنوي. فوجهت إليه التهمة بجريمتي الاغتصاب والقتل العمد، ولكن محاميه شكك في نتائج التحليل نظراً لتناقض تقرير المختبر والذي أفاد أن عينة السائل المأخوذة من الضحية كان بها آثاراً لحبوب منع الحمل، مع تقرير الطبيب الشرعي والذي بين أن هناك عملية ربط للأنابيب التي تصل بين المبيض والرحم. معنى ذلك أن عينة السائل التي تم فحص الحمض النووي منها قد تكون مزروعة بالضحية أو حدث لها تبديل في المعمل، حيث أن المرأة التي تقوم بإجراء عملية ربط الأنابيب لن تحمل، فلماذا وجد بها آثار لحبوب منع الحمل؟ وفعلاً استبعد القاضي دليل الحمض النووي DNA وحكم بالبراءة. وبعد عدة أسابيع وجد هذا الشخص ـ الذي كان متهماً ـ ساطوراً بمخزن في بيته به آثار دماء وشعر، وبمواجهة زوجته اعترفت بأنها هي التي قامت بارتكاب الجريمة وأنها بعد معاشرة زوجها لها أفرغت سائله المنوي في كيس ثم قامت بزرعه داخل الضحية بعد قتلها. وقد فعلت ذلك انتقاماً من زوجها بعد أن اكتشفت علاقته مع تلك الفتاة.

وهناك أمثلة كثيرة عن محاولات أخرى قام بها المجرمون للتحايل على البصمة الوراثية، ففي إحدى جرائم الاغتصاب قبضت الشرطة على مشتبه به قام باغتصاب فتاة وهو يلبس قناعاً وقفازات ويحمل عازلاً واقياً طبياً وعندما سئل المغتصب عن ذلك أجاب بأنه فعل ذلك حتى لا يترك أي أثر من جسمه يمكن منه فحص الحمض النووي DNA وتحديد بصمته الوراثية. وفي الولايات المتحدة الأمريكية لاحظت الشرطة خلال الثلاث سنوات الماضية أن عدداً كبيراً من المشتبهين بالاغتصاب المقبوض عليهم كانوا مجهزين بقفازات وعازل واق طبي، كما وجدت الشرطة أن بعضهم قد

أرغموا ضحاياهم على الاستحمام لإزالة أية أثار بيولوجية من على أجسامهم يمكن أن يتم منها الحصول على الحمض النووي DNA للمغتصب، وبعضهم يقوم برش سائل منوي غريب على الضحية أو زرعه داخلها بالمحقن. وكما يحدث في جرائم الاغتصاب يحاول المجرمون أيضاً في جرائم السرقة لبس القفازات والأغطية الواقية على الوجه والأحذية.
ومما يزيد من تعاظم محاولات التحايل على البصمة الوراثية أن السجناء يقومون بأخذ عينات من بعضهم البعض حتى يتفادوا ربطهم بجرائم أخرى، كما أنهم يعلمون بعضهم بعضاً كيف يضعون عينات دم وسائل منوي من أشخاص آخرين في مسرح الجريمة أو على الضحية ليربكوا فاحصي عينات الحمض النووي DNA.

# الخاتمـــة

إن تحديد هوية الأشخاص عن طريق فحص الآثار البيولوجية المتخلفة أثناء ارتكاب الجرائم كان من أبرز التحديات التي تواجه خبراء التحقيق والبحث الجنائي. إلا أن ما توصل إليه العلم الحديث من اكتشافات بخصوص الحمض النووي DNA في السنوات الأخيرة قد أثار طفرة علمية هائلة في جميع المجالات، خاصة مجال مكافحة الجريمة. فقد اقتحمت تقنيات الحمض النووي DNA مجال المختبرات الجنائية لتحليل الآثار البيولوجية المرتبطة بالجرائم، حيث أدرك العلماء أن هناك فرقاً شاسعاً بين تقنيات DNA وتقنيات العوامل الوراثية التقليدية التي كانت تطبق على العينات البيولوجية مثل تحديد الفصائل الدموية وتحديد أنواع معينة من الإنزيمات والبروتينات وغيرها، والتي يشترك فيها عدد كبير من الناس وبالتالي فهي قادرة على النفي فقط وليس الإثبات.

أما تقنية الحمض النووي DNA فهي الأجدى في التمييز بين الأفراد لأنه عبارة عن بصمة متفردة لا تكرر إلا في شخص واحد كل عدة بلايين من الناس. وبذلك تعاظم الاهتمام بالآثار المادية البيولوجية المرفوعة من مسرح الجريمة أو من على الجاني أو المجنى عليه كالدم والمني واللعاب والشعر والأنسجة وغيرها، إذ يُمكن الحصول منها على أدلة فنية قوية (قرائن قاطعة) مبنية على أسس علمية ثابتة قادرة على الإثبات والنفي عن طريق تطبيق تقنيات الحمض النووي DNA. ويُمكن بواسطة تلك التقنيات فحص جميع الآثار البيولوجية القديمة جداً أو المتحللة والضئيلة جدا، والتي لا يُمكن فحصها عن طريق تقنيات العوامل الوراثية التقليدية. وهذه ميزة هامة حيث أن معظم العينات المرتبطة بالجرائم قد تكون متحللة أو ضئيلة جداً.

وتعتبر عملية استخلاص الحمض النووي DNA من الآثار البيولوجية المتخلفة في مسرح الجريمة من أصعب المهام التي قد تواجه مختبرات فحص العوامل الوراثية، وذلك لاحتمال تلوث العينة بعينة أخرى أو لأن كمية تلك الآثار غالباً ما تكون ضئيلة جداً. وتختلف طرق الاستخلاص حسب مصدر الأثر البيولوجي، وهناك طريقتان هما: استخلاص الشيلكس، والاستخلاص العضوي.

وتعتبر تقنيات الحمض النووي DNA أكثر الطرق البيولوجية دقة لكشف الهوية، إلا أن هناك بعض الأمور التي قد تقلل من ذلك منها التقارب العائلي الذي يُصعب التأكد من النتائج، وكذلك تماثل البصمة الوراثية في التوائم المتطابقة حيث يتعذر التمييز بينهم حال ارتكاب أحدهما الجريمة. هذا بالإضافة إلى خلط العينات بين الجاني والمجنى عليه خاصة عينات الدم واحتمال تلوث الآثار بالكائنات الحية الدقيقة كالبكتريا والفطريات. ناهيك عن إمكانية تبديل العينات بصورة عرضية أو متعمدة، بالإضافة إلى محاولات التشكيك في دقة النتائج، مما يزعزع يقين القاضي فيستبعد البصمة الوراثية واعتمادها دليلاً.

ومن المتوقع أن محاولات الدفاع للتشكيك في دقة نتائج تقنية الحمض النووي DNA، وكذلك محاولات المجرمين للتلاعب والتحايل على تلك التقنية لن تتوقف في المستقبل. هذا من ناحية، ومن ناحية أخرى فإن التقدم المستمر في علم الهندسة الوراثية وتقنية علم البيولوجيا الجزئية يجعل تقنية البصمة الوراثية في مقدمة الأدلة الفنية، وبذلك يمكن أن تعتمد عليها المحاكم كقرائن قاطعة في الحكم الصحيح على الوقائع. فقد أدت تقنيات الحمض النوويDNA الحديثة والمحسنة إلى إمكانية فحص العينات المختلطة والضئيلة جداً بشكل دقيق. وبالتالي يصعب التشكيك في النتائج ويصعب

إخفاء الأدلة بوضع آثار من شخص آخر. ولذلك فإن خبراء تلك التقنيات يؤكدون أنه يجب على المجرم أن يلبس بدلة فضائية حتى لا يترك أثراً من جسمه يمكن منه فحص الحمض النووي DNA بواسطة التقنيات الحديثة مثل PCR، والتي أصبحت القاعدة لتحليل كل عينات الجرائم في معظم المختبرات الجنائية العالمية خاصة مواقع (STRs).

وخلاصة الأمر فإن البصمة الوراثية التي تعتمد على تقنية الحمض النووي DNA تعتبر من أدق الطرق التي تتبع عالمياً - في الوقت الحاضر - للتعرف على المجرمين وكشف أسرار الجرائم وكذلك للتأكد من القرابة الوراثية. كما يُمكن اللجوء إليها في قضايا التنازع على البنوة، بشرط عدم تعارض تطبيقها مع الأدلة الشرعية التي تُثبت النسب. فالتقدم الكبير في تلك التقنيات جعل البصمة الوراثية من أدق الأدلة الفنية للوصول إلى نتيجة أكيدة أو على الأقل أقرب إلى الأكيدة، التي يمكن الاعتماد عليها كقرائن قاطعة. وبناء على ذلك أصبحت الآثار المادية البيولوجية التي ترفع من مسرح الحادث كالدم والشعر واللعاب والمني والأنسجة والعظام من الآثار التي يمكن الحصول منها على أدلة فنية قوية وقاطعة، يمكن أن يعتمد عليها القضاء في حل طلاسم أكبر القضايا وأعقدها وتحديد المجرم عن طريق فحص تلك الآثار ومقارنة البصمة الوراثية مع المشتبه فيهم. ذلك لأن البصمة الوراثية لا تتكرر إلا في شخص واحد كل عدة بلايين من الناس.

إلا أننا - وذلك من خلال المقابلة الشخصية مع أحد المختصين بفحص العوامل الوراثية شعبة المختبرات بإدارة الأدلة الجنائية بالرياض والاطلاع على بعض القضايا العالمية التي تم فيها اللجوء إلى البصمة الوراثية واستبعدها القاضي، وأيضاً لكي تتحقق الفائدة الكبرى من استخدام البصمة الوراثية

كدليل فني ـ نرى أن هناك توصيات عامة يجب الالتزام بها حتى نتجنب أوجه القصور في الجوانب الإجرائية والفنية وهي :

١ ـ الحرص الكامل أثناء عملية رفع العينات وتحريزها وكذلك نقلها إلى المختبرات ، ذلك لأن دقة تقنية الحمض النووي DNA وحساسيتها تجعل من تلوث العينات البيولوجية ـ ولو بشكل بسيط ـ مشكلة بالنسبة لخبراء فحص العوامل الوراثية .

٢ ـ في قضايا التنازع في النسب لابد أن تؤخذ عينات الدم من أطراف القضية في الوقت والمكان نفسهما (أحد المستشفيات) وتحت إشراف محقق القضية والمختصين بفحص العوامل الوراثية . ويجب أن يقوم هؤلاء المختصين بأنفسهم بتوثيق وترقيم وتحريز العينات ، ومن ثم نقلها إلى المختبر تمهيداً لفحصها (العتيبي ، ١٤٢٠هـ) .

٣ ـ نرى أخذ إذن القاضي الشرعي قبل عرض قضايا التنازع على النسب على قسم فحوص العوامل الوراثية حتى لا تتعارض مع القواعد الشرعية (الجندي والحصيني : ٢٠٠١م) ، وبذلك نتجنب كثير من المشاكل كنفي نسب معلوم أو إثبات نسب بعد الملاعنة أو تأكيد نفيه . لأن اللعان له أصل ثابت في الشريعة الإسلامية لا يجوز أن نتعداه إلى غيره ، فالأصل هو الستر . وقد تركت الشريعة فرصة للرجل أن يكذب نفسه بعد الملاعنة فيلحق به الولد . ونفيه بالبصمة الوراثية يوقع ضرراً بالمولود ويكشف المستور .

٤ ـ في القضايا الجنائية كالقتل والاعتداءات الجنسية والسرقة يجب رفع العينات عن طريق الخبراء المدربين على رفع العينات ، ويجب عدم رفع العينات بأيدي مكشوفة إذ لابد من لبس قفازات معقمة وكمامة حتى لا يتسبب في تلوث العينات . كما يجب أخذ الحيطة والحذر حتى

لا تتلوث عينة بعينة أخرى. ولكي يتم ذلك يجب تجفيف العينات الرطبة بشكل معزول تماماً وفي أماكن خاصة معقمة (تعقم بعد كل عينة) وتحريز كل عينة على حده. والنقطة الأكثر أهمية هي تحريز العينات القياسية التي تؤخذ من المتهمين والمجنى عليهم في أوعية منعزلة تماماً بعضها عن بعض وعن العينات الجنائية المرفوعة من مسرح الحادث. ويجب أن يتم جمع عينة الدم القياسية من المشتبه فيه وأخذ المسحة المهبلية في حالات الاغتصاب بواسطة الدوائر الطبية، أما المسحة الفمية وعينة شعر الرأس فيمكن جمعها بواسطة أشخاص مسئولين كضباط التحقيق المدربين.

٥ - يجب على المحقق في القضايا الجنائية متابعة إجراءات التعامل مع الآثار الموجودة بمسرح الحادث، وكتابة محضر يرفق مع العينات من الخبراء الذين قاموا برفع وتحريز ونقل العينات موضحين نوعية العينات وأماكن وطريقة وتاريخ رفعها من مسرح الحادث ونوع القضية ورقمها وعدد أصحاب العلاقة بها، وكذلك الهدف من إرسال العينات إلى المختبر. ويجب على الخبير أن يكون على علم بالجوانب الإجرائية لرفع وتحريز العينات - وهذا أمر في غاية الأهمية - حتى لا تهدر شهادته.

٦ - يجب على خبراء فحص العوامل الوراثية عدم فحص أكثر من عينة في وقت واحد أو على طاولة واحدة والتأكد من تحريز كل عينة قبل البدء في فحص العينة الأخرى نظراً لدقة التحليل. ولا يجب على الفاحص حماية العينة فقط من التلوث بالعينات الموجودة بالمختبر بل عليه اكتشاف العينات الملوثة إن حدث لها تلوث. كما يجب تجنب الكلام أو العطس أو السعال بجوار العينة، ويفضل ارتداء قناع الفم والأنف. ويجب عليه أخذ كافة الاحتياطات منعاً لتبديل العينة بصورة عرضية. ويعتمد

ذلك كله على كفاءة الفاحص ونوعية الضوابط بالمختبر. لذلك نرى أن التعليم والتدريب والخبرة المعملية الجيدة هي أحسن الأسلحة لحماية العينة من التلوث أو التبديل. وعليهم إعطاء صورة واضحة وكاملة عن النتائج.

٧ - تجهيز أماكن مناسبة لحفظ العينات في الشرطة لحين إرسالها إلى المختبر، مع ملاحظة أخذ الاحتياطات الكافية، وأن ترسل مع ضابط أحراز وليس فرد عادي حتى لا يحدث تبديل للعينات بصورة متعمدة.

٨ - نرى إجراء تحليل مزدوج لكل عينة في مختبرين مختلفين أو عن طريق فاحصين مختلفين في المختبر نفسه لضمان صحة ودقة النتائج، وبالتالي زيادة قناعة القاضي لأن هؤلاء الخبراء هم في واقع الأمر شهود من نوع خاص (الشهادة العلمية أو شهادة الخبرة).

٩ - و لزيادة فعالية قسم فحوص العوامل الوراثية في مكافحة الجريمة والتعرف على المجرمين، ومن ثم ردعهم وعدم إقدامهم على ارتكاب الجرائم لعلمهم بوجود دليل قاطع، نرى أن يكون هذا القسم إدارة مستقلة تابعة لوزارة العدل.

وأخيراً نسأل الله العلي القدير أن يديم علينا الأمن والأمان وأن يوفقنا إلى ما فيه الخير، وأن يُسدد خطانا، إنه نعم المولى ونعم النصير.

# الملاحـــــــق

# مجلس المجمع الفقهي الإسلامي

## الدورة السادسة عشر

## مكة المكرمة: ٢١ ـ ٢٦ شوال١٤٢١هـ ٥ ـ ١٠ يناير ٢٠٠٢م.

قرارات وتوصيات بشأن البصمة الوراثية ومجالات الاستفادة منها

أما بشأن البصمة الوراثية ومجالات الاستفادة منها، فإن المجلس بعد النظر إلى التعريف الذي سبق للمجمع اعتماده في الدورة الخامسة عشر، ونصه: «البصمة الوراثية هي البينة الجينية (نسبة إلى الجينات، أي المورثات) التي تدل على هوية كل إنسان بعينه. وأفادت البحوث والدراسات العلمية أنها من الناحية العلمية وسيلة تمتاز بالدقة، لتسهيل مهمة الطب الشرعي. ويُمكن أخذها من أي خلية (بشرية) من الدم، أو اللعاب، أو المني، أو البول، أو غيره».

وبعد الاطلاع على ما اشتمل عليه تقرير اللجنة التي كلفها المجمع في الدورة الخامسة عشر بإعداده من خلال إجراء دراسة ميدانية مُستفيضة للبصمة الوراثية، والاطلاع على البحوث التي قُدمت في الموضوع من الفقهاء والأطباء والخبراء، والاستماع إلى المناقشات التي دارت حوله، تبين من ذلك كله أن نتائج البصمة الوراثية تكاد تكون قطعية في إثبات نسبة الأولاد إلى الوالدين أو نفيهم عنهما، وفي إسناد العينة (من الدم أو المني أو اللعاب) التي توجد في مسرح الحادث إلى صاحبها، فهي أقوى بكثير من القيافة العادية (التي هي إثبات النسب بوجود الشبه الجسماني بين الأصل والفرع)، وأن الخطأ في البصمة الوراثية ليس وارداً من حيث هي، وإنما

الخطأ في الجهد البشري أو عوامل التلوث ونحو ذلك، وبناءً على ما سبق قُرر ما يأتي: -

أولاً: لا مانع شرعاً من الاعتماد على البصمة الوراثية في التحقيق الجنائي واعتبارها وسيلة إثبات في الجرائم التي ليس فيها حد شرعي ولا قصاص لخبر (إدرأوا الحدود بالشبهات)، وذلك يُحقق العدالة والأمن للمجتمع، ويؤدي إلى نيل المجرم عقابه وتبرئة المتهم، وهذا مقصد مهم من مقاصد الشريعة.

ثانياً: إن استعمال البصمة الوراثية في مجال النسب لا بد أن يُحاط بمنتهى الحذر والحيطة والسرية، ولذلك لابد أن تُقدم النصوص والقواعد الشرعية على البصمة الوراثية.

ثالثاً: لا يجوز شرعاً الاعتماد على البصمة الوراثية في نفي النسب، ولا يجوز تقديمها على اللعان.

رابعاً: لا يجوز استخدام البصمة الوراثية بقصد التأكد من صحة الأنساب الثابتة شرعاً، ويجب على الجهات المختصة منعه وفرض العقوبات الزاجرة، لأن في ذلك المنع حماية لأعراض الناس وصوناً لأنسابهم.

خامساً: يجوز الاعتماد على البصمة الوراثية في مجال إثبات النسب في الحالات الآتية:

أ - حالات التنازع على مجهول النسب بمختلف صور التنازع التي ذكرها الفقهاء، سواء أكانت تنازع على مجهول النسب بسبب انتفاء الأدلة أو تساويها، أم كان بسبب الاشتراك في وطء الشبهة ونحوه.

ب ـ حالات الاشتباه في المواليد في المستشفيات ومراكز رعاية الأطفال ونحوها، وكذا الاشتباه في أطفال الأنابيب.

ج ـ حالات ضياع الأطفال واختلاطهم بسبب الحوادث أو الكوارث أو الحروب، وتعذر معرفة أهلهم، أو وجود جثث لم يمكن التعرف على هويتها، أو بقصد التحقق من هويات أسرى الحروب والمفقودين.

سادساً: لا يجوز بيع الجينوم .. البشري لجنس، أو لشعب، أو لفرد، لأي غرض، كما لا تجوز هبتها لأي جهة لما يترتب على بيعها أو هبتها من مفاسد.

سابعاً: يوصي المجمع بما يأتي:

أ ـ أن تمنع الدولة إجراء الفحص الخاص بالبصمة الوراثية إلا بطلب من القضاء، وأن يكون في مختبرات للجهات المختصة، وأن تمنع القطاع الخاص الهادف للربح من مزاولة هذا الفحص، لما يترتب على ذلك من المخاطر الكبرى.

ب ـ تكوين لجنة خاصة بالبصمة الوراثية في كل دولة، يشترك فيها المتخصصون الشرعيون والأطباء والإداريون، وتكون مهمتها الإشراف على نتائج البصمة الوراثية، واعتماد نتائجها. ج ـ أن توضع آلية دقيقة لمنع الانتحال والغش، ومنع التلوث وكل ما يتعلق بالجهد البشري في حقل مختبرات البصمة الوراثية، حتى تكون النتائج مطابقة للواقع، وأن يتم التأكد من دقة المختبرات، وأن يكون عدد المورثات (الجينات المستعملة للفحص) بالقدر الذي يراه المختصون ضرورياً دفعاً للشك.

# المصطلحات

| | |
|---|---|
| الأثر أو الدليل | Evidence |
| الأثر البيولوجي | Biological Evidence |
| الأثر المادي أو الدليل المادي | Physical Evidence |
| أشرطة | Strips |
| الأليل (الأشكال الوراثية المختلفة للجين) | Allel |
| إنتاج تراكيب جديدة | Recombination |
| إنزيم مقاوم للحرارة الشديدة | Thermal Aquaticus Polymerase (Taq Polymerase) |
| الإنزيمات المحفزة لإضافة عناصر | Polymerase Enzymes |
| إنزيمات تقطع الحمض النووي دي . إن . أيه . (الإنزيمات الحصرية) | Restriction Enzymes |
| الأنماط القصيرة المُتكررة | Short Tandem Repeats (STRs) |
| الأنماط المتكررة | Tandem Repeats |
| الائل خاصة قليلة النيوكليوتيد | Allelic Specific Oligonucleotide (ASO) |
| استخلاص الحمض النووي » دي . إن . أيه . » من الخلايا | Extraction of DNA |
| الاستخلاص العضوي أو استخلاص الفينول كلوروفورم | Organic Extraction |

| | |
|---|---|
| Differential Extraction | الاستخلاص العضوي المُميز |
| Chelex Extraction | الاستخلاص الكُلابي أو استخلاص الجيلكس |
| Extension | امتداد أو توسيع (لعملية التصاق القواعد بعضها ببعض) |
| DNA Fingerprinting | بصمة الحمض النووي (دي. إن. أيه) |
| Genetic Fingerprinting | البصمة الوراثية أو الجينية |
| Sequence Specific Oligonucleotide (SSO) | تتابع خاص قليل النيوكليوتيد |
| Sequence Polymorphism | التتابع متعدد الأشكال في الحمض النووي (دي. إن. أيه) |
| Stringency Conditions | التدابير الاحترازية القصوى |
| Genetic Linkage | الترابط الإسهامي الوراثي (خاصية توارث جينات نفس الكروموسوم معاً) |
| DNA Typing or Profiling | تصنيف الحمض النووي (دي. إن. أيه) |
| Identification | التعرف |
| Individualization | التفرد |
| Flurecence | التفلور |

| | |
|---|---|
| تقنية التفاعل البوليميزي المتسلسل لمضاعفة جين معين (نسخ الجينات) | Polymeric Chain Reaction Amplification (PCR) |
| تقنية حصر الأجزاء متعددة الأشكال | Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP) |
| تقنية نسخ الجينات | Molecular Xeroxing (PCR) |
| التقوية (التصاق سلسة صناعية بسلسلة «دي. إن. أيه.» الأحادية) | Annealing |
| التنسيق العشوائي (خاصية توارث جينات الكروموسومات المختلفة منفصلة) | Tandom Assortment |
| تهجين | Hybridization |
| جسيمات الطاقة (الميتوكوندريا) | Mitochondria |
| الجنس (من حيث الذكورة والأنوثة) | Gender |
| الجهاز الحراري الدوري، جهاز مضاعفة الحمض النووي «دي. إن. أيه.» | Thermal Cycler |
| الجين أو المورثة | Gene |
| الجينوم البشري (مجموع جينات الفرد) | Human Genome |

| | |
|---|---|
| الحلزون المزدوج (التفاف سلسلتين من السلاسل عديدة النيوكليوتيدات على بعضها) | The Double Helix |
| الحمض النووي الرايبوزي | Ribo Nucleic Acid (RNA) |
| الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين | Deoxyribo Nucleic Acid (DNA) |
| الخلايا الظهارية | Epithelial Cells |
| الخلية (الوحدة التركيبية الوظيفية للكائن الحي) | Cell |
| الدليل الفني أو الدليل العلمي | Scientific Evidence |
| زوج قاعدي | Base Pair (bP) |
| سلسلة صناعية من الحمض النووي « دي. إن. أيه. » | Primer |
| السلسلة عديد النيوكليوتيد (ارتباط النيوكليوتيدات بعضها ببعض) | Polynucleotide Chain |
| السلم الأليلي (مسطرة قياسية تشمل الألائل المحتملة للجين يتم بواسطتها المقارنة) | Allelic Ladder |
| شفرة | Code |
| الصفات الفردية الخاصة | Individual Characteristics |
| الصفات النوعية المتميزة | Class Characteristics |

| | |
|---|---|
| صورة إشعاعية لنتائج تقنيات «دي . إن . أيه» | Autorad |
| الطب الشرعي أو الطب القضائي | Forensic Medicine |
| الطبقة الهلامية الممثلة لتحديد نوعية وكمية الحمض النووي «دي . إن . أيه» | Yield Gel |
| طفرة جينية (تعديل تتابع القواعد بالجين) | Mutation |
| الطور الاستوائي (أحد أطوار الانقسام الخلوي) | Metaphase |
| الطور الانفصالي | Anaphase |
| الطور البيني | Interphase |
| الطول متعدد الأشكال في الحمض النووي (دي . إن . أيه) | Length Polymorphism |
| العدد الأحادي أو النصفي للكروموسومات أو العدد الاختزالي أو المشيجي | Haploid Number |
| العدد الثنائي للكروموسومات أو العدد الجسمي أو الزيجي | Dipliod Number |
| العزل الكهربائي الشعري | Capillary Electrophoresis |
| العلاج بالجينات | Genotherapy |
| علم الوراثة الخلوي | Cytogenetics |

| | |
|---|---|
| العلوم الفنية الشرعية أو العلوم الفنية الجنائية | Forensic Sciences |
| العينات القياسية أو الضابطة أو الحاكمة | Control Samples |
| العينات المختلطة | Mixed Samples |
| العينات الملوثة | Contaminated Samples |
| الفحص الفني الشرعي أوفحص عينات الجرائم فنياً | Forensic Analysis |
| قضائي أو شرعي | Forensic |
| كاشف | Probe |
| الكروموسوم (تركيب كيميائي يتكون أساساً من الحمض النووي DNA ويوجد بالنواة) | Chromosome |
| كروموسومات طرفية الجزء المركزي | Acrocentric |
| كروموسومات طريفية الجزء المركزي أو غير متساوية الذراعين | Submetacentric |
| كروموسومات وسطية الجزء المركزي أو متساوي الذراعين | Metacentric |
| كواشف أحادية الموقع | Single Locus Probes |
| كواشف متعددة الموقع | Multi Locus Probes |
| لطخة سازرن | Southern Blot |

| | |
|---|---|
| Slot Blot | اللطخة (الوصمة) الشقبية (التي بها شقوقاً صغيرة ضيقة لتحديد حالة الحمض النووي «دي. إن. أيه» |
| Supermarket bar code | لوح الأرقام في المتجر |
| Lysis Solution | محلول التحطيم |
| Lane | مسار |
| Denaturation | المسخ (فصل لسلسلتي الحمض النووي «دي. إن. أيه» |
| Human Genome Project | مشروع الجينوم البشري (الأطلس الوراثي) |
| Markers | معالم |
| D–Loop | منطقة قياسية على جزئ «دي. إن. أيه» الموجود بالميتوكوندريا |
| Hyper variable Polymorphism | مواقع شديدة الاختلاف لوجود ألائل عديدة لنفس الجين |
| Locus | موقع (مكان في الجينوم يتم فحصه) |
| Amelogenin | موقع على الكروموسومات الجنسية |
| Homozygous | موقع متماثل الأليل |
| Heterozygous | موقع مختلف الأليل |
| Variable Number Tandem Repeats Locus (VNTR) | موقع مختلف في عدد الأنماط المتكررة |

| | |
|---|---|
| نطاقات (خطوط تظهر في الصور الإشعاعية لنتائج تقنية) | Bands RFLP |
| النمط الجيني | Genotype |
| النمط الظاهري | Phenotype |
| النيوكليوتيدات (اتحاد النيوكليوسيدات مع مجموعة الفوسفور) | Nucleotides |
| النيوكليوسيدات (اتحاد السكر الخماسي مع القواعد النيتروجينية) | Nucleosides |

# المراجـــــع

## أولاً: المراجع العربية


- أبو القاسم، أحمد (١٩٩٠م): الدليل الجنائي المادي ودوره في إثبات جرائم الحدود والقصاص . جزءان ـ أكاديمية نايف العربية للعلوم الأمنية ـ الرياض .
- ابن حنبل، أحمد (١٤٠٨هـ): مسائل الإمام أحمد بن حنبل (٥) . رواية أبنه أبي الفضل صالح (٢٠٣ـ٢٦٦هـ)، الجزء الثاني، الطبعة الأولى . تحقيق ودراسة فضل الرحمن دين محمد، الدار العلمية، دلهي، الهند .
- ابن قدامه المقدسي (١٩٨٣م): المغني، جـ٧ . دار الكتاب العربي، بيروت .
- التومي، عادل عبد الحفيظ (١٩٩٦م): الدليل الفني في الطب الشرعي . مجلة الأمن والقانون ـ دبي .
- الجاعوني، تاج الدين محمود (١٩٩٣م ): الإنسان، أطوار خلقه وتصويره في الطب والقرآن، الجزء الأول . دار عمار ـ عمان .
- الجزيري، عبد الرحمن (١٩٩٠م م): كتاب الفقه على المذاهب الأربعة، الجزء الرابع . دار الكتب العلمية، بيروت .
- الجندي، إبراهيم صادق (٢٠٠٠م): الطب الشرعي في التحقيقات الجنائية، أكاديمية نايف العربية للعلوم الأمنية، مركز الدراسات والبحوث ـ الرياض .

- الجندي، إبراهيم صادق والحصيني، حسين حسن (١٤٢١هـ): الأدلة الجنائية ودورها في الإثبات الجنائي . كلية الملك فهد الأمنية، الرياض.
- الجندي، إبراهيم صادق والحصيني، حسين حسن(٢٠٠١م): البصمة الوراثية كدليل فني أمام المحاكم. مجلة البحوث الأمنية، العدد ١٩ . مركز الدراسات والبحوث، كلية الملك فهد الأمنية، الرياض.
- الحبشي، عاصم عبد الرحيم ؛ والمنصوري، عادل (١٩٩٣م): بصمة الحمض النووي والتحقيق الجنائي. أكاديمية نايف العربية للعلوم الأمنية، معهد التدريب، الرياض.
- الحنيطي، عبد الرحيم (١٩٩٩م): استخدام الهندسة الوراثية في التعرف على الهوية . محاضرة، أكاديمية نايف العربية للعلوم الأمنية، معهد التدريب، الرياض.
- الشوكاني، محمد بن على بن محمد (الطبعة الأخيرة بدون سنة النشر): نيل الأوطار شرح منتقى الأخبار من أحاديث سيد الأخيار. مطبعة الحلبي وأولاده، بمصر.
- العتيبي، خالد عبد الله (١٤٢٠هـ): تقنيات الحمض النووي الوراثي. قسم فحوص العوامل الوراثية، شعبة المختبرات، إدارة الأدلة الجنائية - الرياض.
- الفائز، إبراهيم بن محمد (١٤٠٣هـ): الإثبات بالقرائن في الفقه الإسلامي. المكتب الإسلامي، بيروت.
- المعايطه، منصور و المقذلي، عبد المحسن (٢٠٠٠م): الأدلة الجنائية. مكتبة الملك فهد الوطنية، الرياض.

- المهدي، السيد (١٩٩٣م): مسرح الجريمة ودلالته في تحديد شخصية الجاني. المركز العربي للدراسات الأمنية والتدريب، الرياض
- باخطمة، محمد عابد (١٤١٩هـ): بعض النظرات الفقهية في البصمة الوراثية وتأثيرها على إثبات أو نفي النسب. بحث مقدم لمجلس المجمع الإسلامي لرابطة العالم الإسلامي في دورته الخامسة عشر، مكة المكرمة.
- جلبي، خالص (٢٠٠٠م): العصر الجديد للطب، من جراحة الجينات إلى الاستنساخ الإنساني. دار الفكر. دمشق.
- رزق، هاني (٢٠٠٠م): بيولوجيا الاستنساخ. في الاستنساخ، جدل العلم والدين والأخلاق. دار الفكر - دمشق.
- سابق، السيد (١٩٩٠م) فقه السنة، المجلد الثاني. دار الريان للتراث، القاهرة.
- فودة، عبد الحكيم (١٩٩٦م): حجية الدليل الفني في المواد الجنائية والمدنية. دار الفكر الجامعي، الإسكندرية.
- قرارات المجمع الفقهي الإسلامي لرابطة العالم الإسلامي. الدورة الخامسة عشر في الفترة من ١١ - ١٥ رجب ١٤١٩هـ الموافق ٣١ أكتوبر - ٤ نوفمبر ١٩٩٨م - مكة المكرمة.
- مجذوب، مبارك (١٩٩٩م): الاستنساخ من منظور إسلامي. محاضرة، أكاديمية نايف العربية للعلوم الأمنية، معهد التدريب، الرياض.
- مجموعة من أساتذة الطب الشرعي في كليات الطب بالجامعات العربية (١٩٩٣م): الطب الشرعي والسموميات. الكتاب الطبي الجامعي، منظمة الصحة العالمية. المكتب الإقليمي لشرق البحر المتوسط.

- هرجة، مصطفى مجدي (١٩٩٤م): قانون الإثبات. المكتبة القانونية. دار المطبوعات الجامعية - الإسكندرية.
- ياسين، عقيل عيد والسلطاني، يحيى كاظم (١٩٩٩م): أساسيات الوراثة الخلوية الطبية. دار الفكر - عمان.

## ب - المراجع الأجنبية:

Blake E. Mihalovich J., Higuchi, R. & Erlich H. (1992): PCR Amplification and HLADQ α Oligonucleotide Typing on Biological Evidence Samples: Casework Experience. Journal of Forensic Science, 37 (3):700–726.

Budowle B., Waye J. S., Shutler G. G. & Baechtel F. S. (1990): Hae III - a suitable restriction endonuclease for restriction fragment length polymorphism analysis of biological evidence samples. J. Forensic Science, 35 (3): 530 —536.

Conner J. M. & Ferguson S. M. A. eds., (1991): Nucleic Acid Structure and Function, In: Essential Medical Genetics, 3rd ed., Blackwell Scientific Publication, London & Edinburgh.

Davidson J. N. (1969): The Biochemistry of the Genetics. Methuen and Company Ltd.

DiMaio V. J. M. & Dana S. A., eds. (1998): Physical Evidence. In: Handbook of Forensic Pathology, Landes Bioscience, Austin, pp . 14–20.

Erlich H. A. (1992): HLADQ α Typing of Forensic Specimens. Forensic Science Inter., 53 (2) : 227 — 228.

Gill P. & Werrett D. J. (1997): Exclusion of a man charged with murder by DNA Fingerprinting. Forensic Sci., International., 35: 145 — 148.

Griffiths A. J. F., Miller J. H., Suzuki D. T. & Gelbart W. M. (1993): An Introduction to Genetic Analysis, 5th ed., W. H. Freeman Co., New York.

Handt O., Krings M., Ward K. H. & Paabo S. (1996): The Retrieval of Ancient Human DNA Sequences. Am. J. Hum. Genet., 59 : 368-376.

Hartel D. L. (1991): Basic Genetics, 2nd ed., Jones & Bartlett Publishers, Boston.

Higuchi R., Beroldingen C. H., Sensabaugh G. F. & Erlich H. A. (1988): DNA Typing from Single Hairs. Nature, 332 : 543 — 548.

Inman K. & Rudin N., eds. (1997): An Introduction to Forensic DNA Analysis, CRC Press, Inc., New York.

Karp G. (1984): Cell Biology, McGraw Hill Book Company, New York, Singapore.

Kleven L., Horton L., Carlson D. P. & Eisenberg A. J. (1995): Chemiluminescent Detection of DNA Probes in Forensic Analysis. Electrophoresis, 16 (9) : 1553 — 1558.

Klug W. S. and Cummings M. R. (1986): Concept of Genetics. Scott. Foresman and Company. Illinois, London.

Knight B., ed. (1991): The Establishment of Identity of Human Remains. In: Forensic Pathology, Edward Arnold, London. P .97.

Knight B., ed. (1997): Blood Stains, Groups, DNA and Identifications. In: Simpson's Forensic Medicine, 11th edn. Arnold, London, pp . 38-43.

Lin Z., Kondo T., Minamino T. & Ohshima T. (1995): Sex Determination by PCR on Mummies Discovered at Taklamakan Desert in 1912. Forensic Scie. Int., 75 : 197-205.

McNally L., Shaler R. C., Giusti A. et al (1989): The Effects of Environment and Substrata on DNA Isolated from Human Blood Stains Exposed to Ultraviolet Light, Heat, Humidity and Soil Contamination. J. of Forensic Science, 32 (5): 1070-1077.

Montgomery R., Conway T. W. & Spector A. A., eds.(1990): Structure and Synthesis of DNA, In: Biochemistry: A Case Oriented Approach, 5th ed., Baltimore and Philadelphia.

Rentoul E. & Smith H., eds (1973): Examination of Blood and Blood Stains. In: Glaister's Medical Jurisprudence and Toxicology, 13th ed. Churchill Livingstone, Edinburgh & London, p .349.

Ross A. & Harding H. W. (1989): DNA Typing and Forensic Science. Forensic Sci. International., 41:197-203.

Russell P. J. (1987): Essential Genetics. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

Shipp E., Roelfs R., Togneri E. et al (1993): Effects of Argon Lazer Light, Alternate Source Light and Cyanoacryiate huming on DNA Typing of Human Blood Stains. J. of Forensic Science, 38 (1) : 184-191.

Sweet D., Lorence M., Valenzuela A., Lorente J. A. & Alvarez J.C. (1996): Increasing DNA Extraction Yield From Saliva Stains with a Modified Chelex Method. Forensic Scie. International, 83 : 167-177.

Tahir M.A., Caruso J. F., Hamby P. P., Sovinski S.M. and Tahir U. A. (1995): RFLP Typing of DNA extracted from Nasal secretions. J. of Forensic Scie., 40 (3): 459—463.

Walsh P. S., Metzger D. A. & Higuchi R. (1991): Chelex 100 as a Medium for Simple Extraction of DNA for PCR Based Typing from Forensic Material. Biotechniques, 10 (4) : 506 — 513.

Weatheral D. J. ed. (1991): The New Genetics and Clinical Practice, 3rd ed. Oxford University Press, Oxford, New York & Tokyo.

Wenham P. R. (1992): DNA-Based Techniques in Clinical Biochemistry: a Beginner's Guide to Theory and Practice. Ann. Clin. Biochem., 29 : 598 — 624.

Wilmut I., Schnieke A. E., McWhir S., Kind A. J. & Camphell K. H. S. (1997): Viable Offspring Derived from Fetal and Adult Cells. Nature, 385 : 810-813.

Yoshida K., Sekiguchi K., Mizuno N. & Seta S. (1995): The Modified Method of Two-step Differential Extraction of Sperm and Vaginal Epithelial Cell DNA from Vaginal Fluid Mixed with Semen. Forensic Science Int., 72 : 25-33.




الإخراج الفني والطباعة ـ مطابع أكاديمية نايف العربية للعلوم الأمنية ـ الرياض ـ هاتف: ٢٤٦٠٠٤٥

ردمك: ٢ ـ ٨٠ ـ ٨٥٣ ـ ٩٩٦٠